

Schallgutachten für  
sechs Windenergieanlagen  
am Standort  
**Brauerschwend-Lauterbach**  
(Hessen)

Datum: 20.11.2017

Bericht Nr. 15-1-3008-004-NU-B

Auftraggeber:

HessenEnergie Gesellschaft für rationelle Energienutzung mbH

Mainzer Str. 98-102

65189 Wiesbaden

Bearbeiter:

CUBE Engineering GmbH

Kirsten Ullner

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Fax 0561 / 288 573-19

Das vorliegende Schallgutachten für den Standort Brauerschwend Lauterbach (Hessen) wurde der CUBE Engineering GmbH im November 2017 von der HessenEnergie Gesellschaft für rationale Energienutzung mbH in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt. Die CUBE Engineering GmbH ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 u. a. für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen akkreditiert. Die firmenintern verwendeten Berechnungsverfahren gemäß den zuvor genannten Anforderungen sind in der CUBE-Qualitätsmanagement Prozessbeschreibung „Schall“ festgelegt und dokumentiert.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Schallgutachtens werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen. Sie basieren auf den Berechnungen nach der TA-Lärm /1/, den Normen DIN ISO 9613-2 /2/ und DIN EN 50376 /18/, den Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) sowie den vom Auftraggeber und dem WEA-Hersteller gestellten Standort- und Anlagendaten.

Kassel, 20.11.2017



Kirsten Ullner  
(Bearbeiter)



Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens  
(Prüfer)

130004

30. Jan. 2018

**Inhalt:**

<b>1</b>	<b>Standortdaten</b>	<b>4</b>
1.1	Aufgabenstellung	4
1.2	Schalleistungspegel Windenergieanlagen	6
1.3	Immissionsorte	8
1.4	Vorbelastung	12
1.5	Potentielle Schallreflexionen	12
<b>2</b>	<b>Ergebnis der Immissionsberechnung nach DIN ISO 9613-2</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Qualität der Prognose</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Oktavschalleistungspegel</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Literatur</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>21</b>

130005

## 1 Standortdaten

### 1.1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Brauerschwend Lauterbach zwischen den Orten Schwarz im Nordosten, Wernges im Südosten, Maar im Süden und Brauerschwend im Westen einen Windpark mit insgesamt sechs Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V126, 3.45/3,6 MW HTq mit 137 m Nabhöhe zu errichten.

Vor Ort existieren bereits sieben WEA bzw. befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium. Diese müssen als Vorbelastungen berücksichtigt werden und werden daher im folgenden Text einheitlich als „Vorbelastung“ bzw. „Vorbelastungs-WEA“ bezeichnet.

Es soll der Beurteilungspegel der Schallimmissionen der Windenergieanlagen an der umliegenden Bebauung berechnet werden.

Die Immissionsprognose wird nach dem Interimsverfahren entsprechend dem Entwurf der „Hinweise zum Schallimmissionsschutz“ des LAI vom 30.6.2016 unter Berücksichtigung des Geländeprofiles und der optimalen Schallausbreitungsbedingungen (70% Luftfeuchte und 10°C) in Mitwindrichtung durchgeführt.

Die Berechnung wurde mit der Software WindPRO, Modul DECIBEL, durchgeführt.

130006

30. Jan. 2018

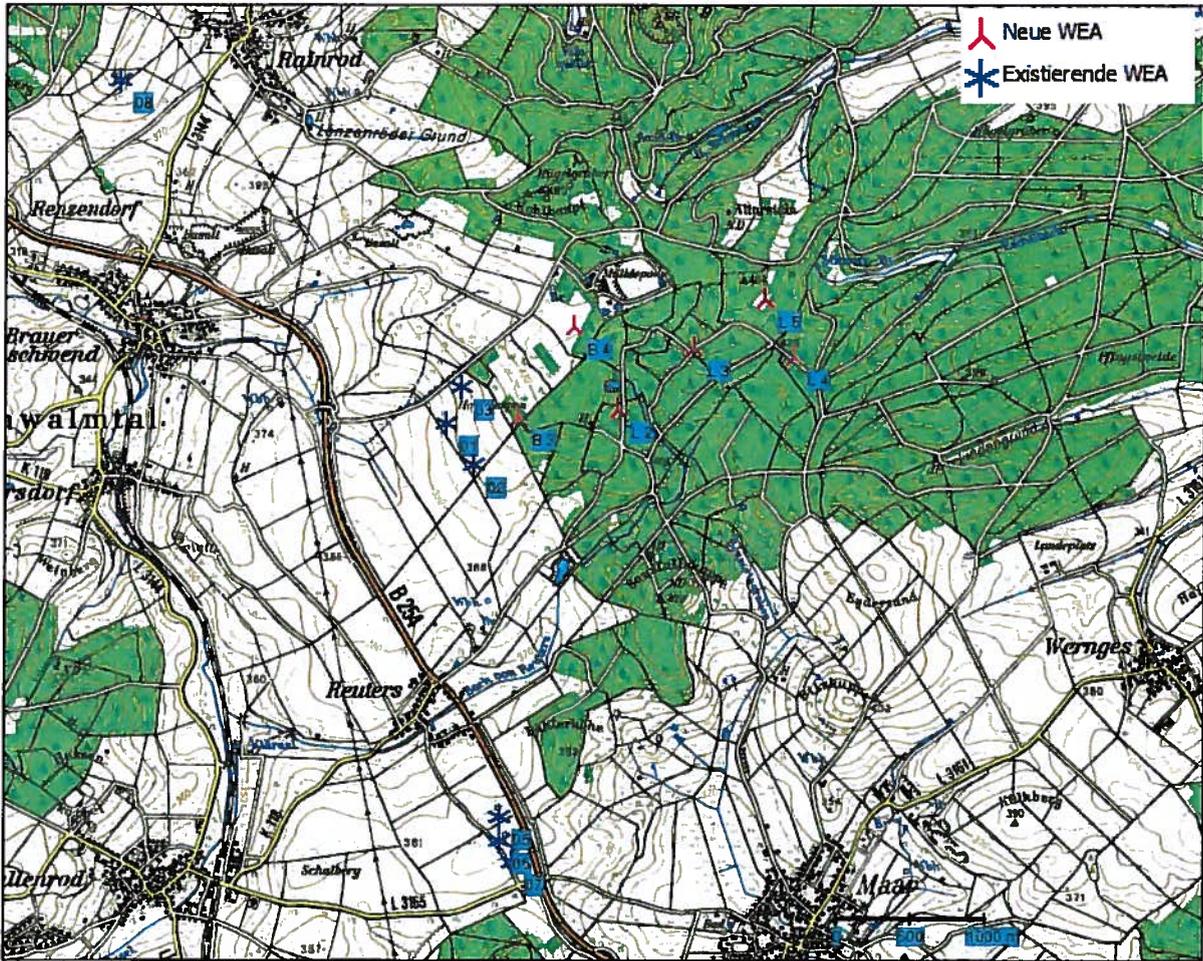


Abbildung 1: Übersichtskarte

130007  
30. Jan. 2013

## 1.2 Schalleistungspegel Windenergieanlagen

Am Standort sind sechs Windenergieanlagen des Typs Vestas V126, 3,45 HTq geplant. Weiterhin werden sieben WEA als Vorbelastung berücksichtigt.

Die Kenndaten der bestehenden und der neu geplanten WEA-Typen sind Tabelle 1 und 2 zu entnehmen. Die Oktavbanddaten der einzelnen WEA sind in Kapitel 5 zusammengefasst.

**Tabelle 1: WEA-Kenndaten**

	Neu geplant	Bestand	Bestand
<b>Bezeichnung(en) auf Ausdrucken</b>	B3, B4, L2-L5	01, 02	08
<b>Anzahl</b>	6	2	1
<b>Hersteller</b>	Vestas	Fuhrländer	Enercon
<b>Typenbezeichnung</b>	V126-3.45/3.6 HTq	MD77	E-40/6.44
<b>Rotordurchmesser [m]</b>	126	77	44
<b>Nabenhöhe [m]</b>	137	85	78
<b>Nennleistung [kW]</b>	3.450/3.600	1.500	600
<b>Verwendeter <math>L_{WA}</math> [dB(A)], ganztägig</b>	104,5*)	103,0	100,6
<b>Anzahl Vermessungen</b>	-	3	3
<b><math>\sigma_P</math> Serienstreuung</b>	1,22	0,52	0,4
<b><math>\sigma_R</math> Reproduktion (Messunsicherheit)</b>	3,0	0,5	0,5
<b><math>\sigma_{Prog}</math> Unsicherheit des Prognosemodells</b>	1,0	1,0	1,0
<b><math>\sigma_{Gesamt} \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2)}</math></b>	3,4	1,2	1,2
<b>Zuschlag ob. Vertrauensbereich 90 %</b>	4,3	1,6	1,5
<b>Ton-/Impulszuschl. [dB(A)]</b>	-	-	-
<b><math>L_{WA}</math> Gesamt [dB(A)]</b>	108,8	104,6	102,1

\*) Oktavbanddaten gerundet

130008

30. Jan. 2013

Tabelle 2: WEA-Kenndaten

	In Planung	Bestand <sup>1)</sup>
<b>Bezeichnung(en) auf Ausdrucken</b>	03	05 –07
<b>Anzahl</b>	1	3
<b>Hersteller</b>	Enercon	Dewind
<b>Typenbezeichnung</b>	E-92/2,3 Mode 0	D4/48
<b>Rotordurchmesser [m]</b>	92	48
<b>Nabenhöhe [m]</b>	138,4	70
<b>Nennleistung [kW]</b>	2.350	600
<b>Verwendeter L<sub>WA</sub> [dB(A)], ganztägig</b>	104,63	99,8 <sup>1)</sup>
<b>Anzahl Vermessungen</b>	3	4
<b><math>\sigma_P</math> Serienstreuung</b>	0,59	1,22
<b><math>\sigma_R</math> Reproduktion (Messunsicherheit)</b>	0,5	0,5
<b><math>\sigma_{Prog}</math> Unsicherheit des Prognosemodells</b>	1,0	1,0
<b><math>\sigma_{Gesamt} \sqrt{(\sigma_R^2 + \sigma_P^2 + \sigma_{Prog}^2)}</math></b>	1,3	1,7
<b>Zuschlag ob. Vertrauensbereich 90 %</b>	1,6	2,1
<b>Ton-/Impulszuschl. [dB(A)]</b>	-	-
<b>L<sub>WA</sub> Gesamt [dB(A)]</b>	106,2	101,9

<sup>1)</sup> für diesen Anlagentyp liegen 4 Vermessungen vor, da es sich nicht um FGW-konforme Vermessungen handelt, wurde der lauteste Schalleistungspegel ausgewählt und kein Mittelwert gebildet.

Die Angaben zum Schalleistungspegel beziehen sich auf den maximalen Schalleistungspegel des WEA-Typs bei einer Windgeschwindigkeit  $\leq 10\text{m/s}$ , bzw. bei 95 % der Nennleistung. Die einzelnen Schallquellen aller WEA überlagern sich zu einem resultierenden Schalldruckpegel, der für die in Frage kommenden Immissionsorte (vgl. Kapitel 1.3) zu bewerten ist.

Für den WEA-Typ Vestas V126-3.45/3.6 HTq existiert noch keine unabhängige schalltechnische Vermessung nach der *Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte (FGW-Richtlinie; /5/)*. Es wurden die Herstellangaben zum Schalleistungspegel zugrunde gelegt.

130009

Der WEA-Typ Repower MD77 wird von der Firma Fuhrländer in Lizenz gebaut, es liegen drei Messberichte vor. Der Berechnung zugrunde gelegt wird der energetische Mittelwert aus den vorliegenden Vermessungen.

Für den WEA-Typ Enercon E-92 liegen drei Messberichte nach der *Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte /5/* vor.

Für den WEA-Typ Dewind D4/48 liegen vier Messberichte vor. Für diesen Anlagentyp wird konservativ der lauteste vermessene Schalleistungspegel berücksichtigt, da die Vermessungen nicht FGW-konform sind.

Für den WEA-Typ Enercon E-40/6.44 existieren drei unabhängige schalltechnische Vermessungen nach der *Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte (FGW-Richtlinie; /5/)*.

Die jeweiligen Auszüge aus den Messberichten sind als Kopien in der Anlage diesem Gutachten beigelegt.

### 1.3 Immissionsorte

Für die Berechnung der Lärmimmissionen am Standort Brauerschwend-Lauterbach wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Immissionsorte auf Basis einer ATKIS Karte im Maßstab 1:10.000 und anhand von Luftbildern sowie im Rahmen einer Standortbesichtigung bei bewölktem Himmel und sehr guten Sichtverhältnissen am 19.3.2013 untersucht.

Die Auswahl der für die Schallimmissionsprognose relevanten Immissionsorte am Standort erfolgte auf der Basis des nach der TA-Lärm definierten Einwirkungsbereichs der geplanten WEA während des Nachtzeitraums von 22 bis 6 Uhr. Der Einwirkungsbereich der WEA ist demnach definiert als der Bereich, in dem der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung weniger als 10 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert liegt. Dazu sind auf der Karte auf Seite 9 die Iso-Schalllinien für 25 dB(A), 30 dB(A) und 35 dB(A) eingezeichnet. Da keine reduzierten Betriebsmodi verwendet werden, wird zusätzlich die Iso-Schalllinie für 55 dB(A) dargestellt, welche für die nur tagsüber genutzten Arbeitsräume auf dem Deponiegelände ‚Bastwald‘ relevant ist. In der vorliegenden Immissionsberechnung sind lediglich diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 25 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Nacht-



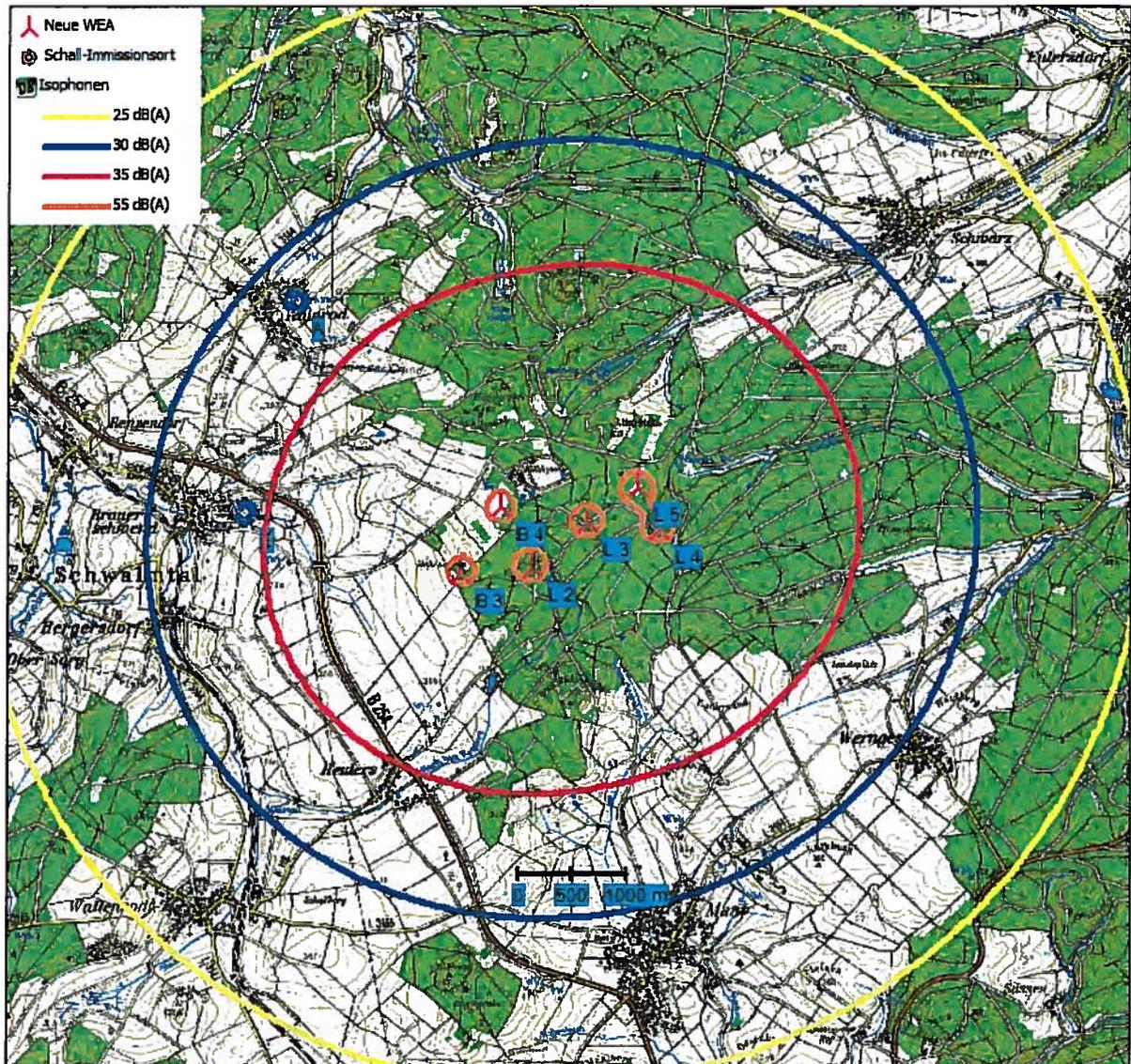
Immissionsrichtwert am Immissionsort 35 dB(A) beträgt bzw. die innerhalb der 30 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Nacht-Immissionsrichtwert am Immissionsort 40 dB(A) beträgt und die innerhalb der 35 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Nacht-Immissionsrichtwert am Immissionsort 45 dB(A) beträgt. Zusätzlich sind diejenigen Immissionsorte zu berücksichtigen, die innerhalb der 55 dB(A)-Linie liegen, wenn der zulässige Tag-Immissionsrichtwert 65 dB(A) beträgt.

Hinsichtlich der Berechnung gem. Interimsverfahren liegen lediglich die Immissionsorte A und E im Einwirkungsbereich gem. TA Lärm Ziffer 2.2.

Zum Nachweis, dass weitere Immissionsorte nicht mehr im Einwirkungsbereich nach Ziffer 2.2, TA Lärm liegen, befinden sich entsprechende Berechnungen im Anhang.

130011

30. Jan. 2013



**Abbildung 2: Isophonenkarte Zusatzbelastung,  $L_{WA}$  104,5 dB(A) zzgl. 4,3 dB(A) Sicherheitszuschlag nach dem Interimsverfahren**

In Tabelle 3 sind die Immissionsorte mit ihren im Gutachten verwendeten Bezeichnungen und die dort jeweils relevanten Immissionsrichtwerte aufgeführt. Die genaue Lage der Immissionsorte lässt sich den Abbildungen 4 und 5 entnehmen, die Koordinaten sowie die Abstände zwischen Immissionsorten und Windenergieanlagen (in Metern) werden auf den DECIBEL-Hauptergebnisausdrucken im Anhang angegeben.

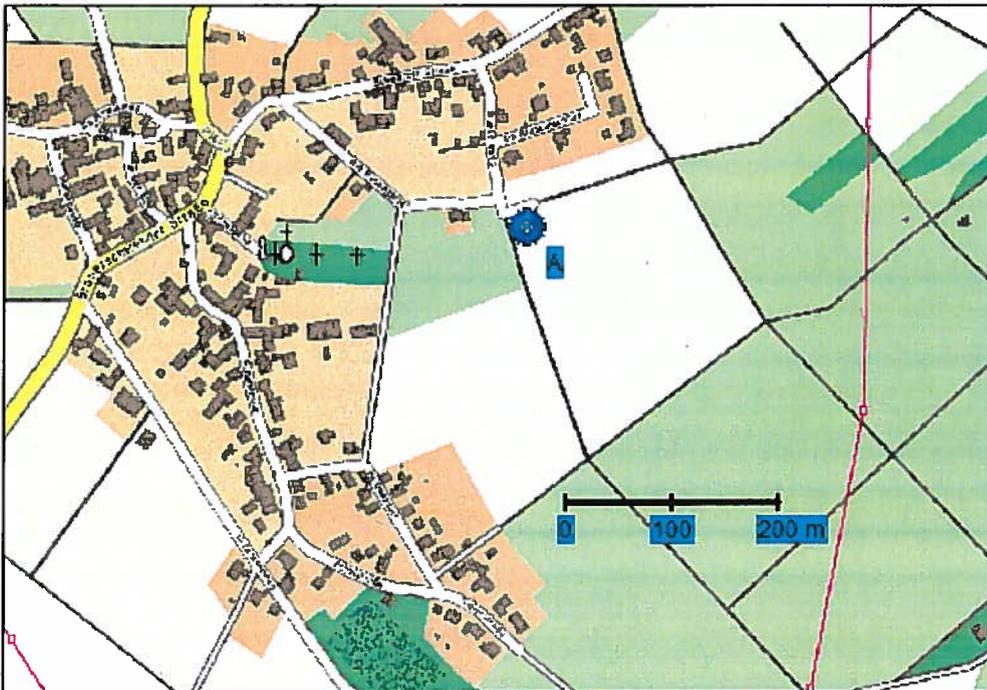
130012

30. Jan. 2018

Die Einstufung nach TA Lärm wurde wie folgt vorgenommen:

**Tabelle 3: Immissionsorte**

IO	Bezeichnung	Nacht- Immissions- richtwert [dB(A)]	Einstufung gemäß TA Lärm Ziffer 6.1 <sup>1</sup>	Grundlage
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	40	WA	gem. B-Plan Nr.1 Rainrod
E	Brauerschwend, Kurt- Schumacher-Str. 8	40	WA	gem. B-Plan „Am Bachgarten“, Brauer- schwend

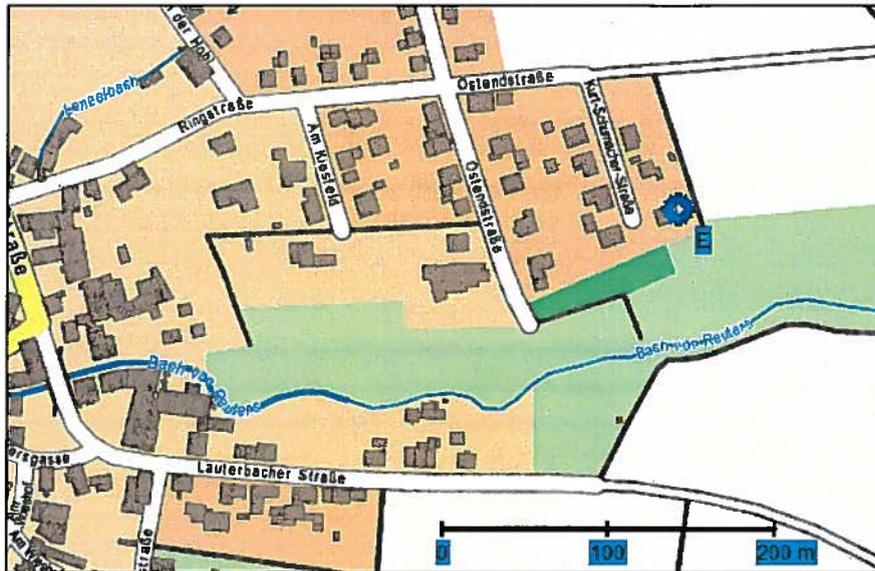


**Abbildung 3: Lage des Immissionsorts A in Rainrod**

<sup>1</sup> WA = Allgemeines Wohngebiet

130013

30. Jan. 2013



**Abbildung 4: Lage des Immissionsorts E in Brauerschwend**

## 1.4 Vorbelastung

Im Vorfeld der Ortsbesichtigung wurde anhand von Kartenmaterial versucht, potentielle Quellen für Vorbelastungen zu identifizieren. Bei der Ortsbesichtigung am 19.3.2013 wurde an den entsprechenden Strukturen ein subjektiver Eindruck der Geräuschemissionen gewonnen. Zudem wurde an den definierten Immissionsorten auf Geräusche einer potentiellen Vorbelastung geachtet. Es werden sieben WEA als Vorbelastung berücksichtigt.

Neben den bestehenden und sich in Planung befindenden WEA wurden in räumlicher Nähe der relevanten Immissionsorte keine weiteren Vorbelastungen ermittelt.

## 1.5 Potentielle Schallreflexionen

Vereinfachend kann davon ausgegangen werden, dass sich die Lautstärke an einem Aufpunkt durch eine Reflexion an einer Gebäudefläche maximal verdoppelt (+ 3 dB(A)). Daher sind Reflexionen nur an Aufpunkten relevant, an denen ein Beurteilungspegel von mehr als 3 dB(A) unter dem Immissionsrichtwert berechnet wurde. An diesen Immissionsorten gibt die Lagegeometrie der Gebäude keinen Hinweis darauf, dass sich der Beurteilungspegel unter Berücksichtigung von Abschirmungs- und Reflexionseffekten durch Gebäude erhöht. Eine detaillierte Berechnung ist daher nicht notwendig.

130014

## 2 Ergebnis der Immissionsberechnung

Die Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch die geplanten sowie existierenden Windenergieanlagen an den untersuchten Immissionsorten wurde nach DIN ISO 9613-2 /2/ mit Ergänzung durch das Interimsverfahren wie folgt berechnet.

**Tabelle 4: Vorbelastung durch sieben WEA**

IO	Bezeichnung	Beurteilungspegel Interimsverfahren [dB(A)]
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	31,5
E	Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8	33,6

**Tabelle 5: Zusatzbelastung durch sechs WEA**

IO	Bezeichnung	Beurteilungspegel Interimsverfahren [dB(A)]
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	31,7
E	Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8	33,9

**Tabelle 6: Gesamtbelastung durch 13 WEA**

IO	Bezeichnung	Beurteilungspegel Interimsverfahren [dB(A)]
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	34,6
E	Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8	36,7

Im Anhang liegen für die oben genannten Beurteilungspegel Ausdrücke der Berechnungssoftware WindPRO vor (Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse). Weiterhin ist im Anhang eine **Iso-phonenkarte** für den Beurteilungspegel der Gesamtbelastung wiedergegeben.

30. Jan. 2010 130015

### 3 Zusammenfassung

Für den Standort Brauerschwend Lauterbach wurde eine Immissionsprognose entsprechend der TA-Lärm nach der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 /2/ nach dem Interimsverfahren für die zu berücksichtigende Vor-, Zusatz- und Gesamtbelastung durch sechs geplante Windenergieanlagen des Typs Vestas V126, 3.45/3,6 MW HTq mit 137 m Nabenhöhe durchgeführt.

Für Die Vestas V126, 3.45/3,6 MW HTq liegt noch kein nach FGW-Richtlinie /5/ vermessener Schalleistungspegel vor. Es wurden die vom Hersteller angegebenen Oktavschalleistungspegel für den Normalbetrieb verwendet.

Die Ergebnisse der Immissionsprognose unter den o.g. Voraussetzungen sind in Tabelle 7 wiedergegeben.

**Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse**

IO	Bezeichnung	Zul. Immissionsrichtwert [dB(A)]	Beurteilungspegel Interimsverfahren [dB(A)]
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	40	35
E	Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8	40	37

\*) Es wurden die Rundungsregeln gemäß Nr. 4.5.1 DIN 1333 angewendet.

Beurteilungspegel zur Vor- und Zusatzbelastung sind in Kapitel 2 aufgeführt.

**Die zulässigen Nacht-Immissionsrichtwerte werden unter Berücksichtigung der Prognoseunsicherheit an allen Immissionsorten eingehalten.**

Die detaillierten auf Grundlage der in Kapitel 1 beschriebenen Daten erzielten Ergebnisse für den Standort Brauerschwend Lauterbach sind in Kapitel 2 wiedergegeben. Änderungen an den Positionen der Anlagen, dem Anlagentyp, den im Schallvermessungsbericht des Anlagentyps genannten Anlagenspezifikationen oder sonstigen relevanten Einflussfaktoren für die Schallberechnung erfordern ein neues Gutachten.

130016

## 4 Qualität der Prognose

Die Qualität der Prognose wurde wahrscheinlichkeitstheoretisch aus den folgenden Unsicherheits-Parametern ermittelt:

Produktionsstandardabweichung (Serienstreuung): Vestas V126,	1,22 dB(A)
Fuhrländer MD77	0,52 dB(A)
Enercon E-92	0,59 dB(A)
Dewind D48	1,22 dB(A)
Enercon E40/6.44	0,40 dB(A)
Wiederholstandardabweichung (Vergleichsstandardabweichung) V126 :	3,0 dB(A)
Wiederholstandardabweichung (Vergleichsstandardabweichung) alle anderen WEA:	0,5 dB(A)
Standardabweichung Prognosemodell (Interimsverfahren):	1,0 dB(A)

Die Unsicherheit wurde hier emissionsseitig auf die Schallpegel der Anlagentypen aufgeschlagen. Der statistische Ausgleich der Unsicherheit durch mehrere Quellen wird bei diesem Verfahren nicht betrachtet. Daher liegen die berechneten Werte über den statistisch wahrscheinlich auftretenden Immissionspegeln. Da bei den Berechnungen auf eine Berücksichtigung von Abschirmwirkungen verzichtet wird, findet die Ungenauigkeit der Bestimmung des Abschirmmaßes  $\sigma_{\text{Schirm}}$  bei der Berechnung der Qualität der Prognose keine Berücksichtigung.

Weitere, die Qualität der Prognose beeinflussende Faktoren sind:

### Luftabsorption für Oktavbänder / 500Hz-Mittenpegel

Die Immissionsprognose nach DIN ISO 9613-2 erlaubt unterschiedliche Berechnungsverfahren bezüglich der Luftabsorption.

Die Luftabsorption kann für die einzelnen *Oktavbänder* eines breitbandigen Geräusches ermittelt werden oder sie kann für den *500-Hz-Mittenpegel* berechnet werden. Die Berechnung für *Oktavbänder* ergibt exaktere und – im Fall von Windenergieanlagen – in der Regel niedrigere (leisere) Berechnungsergebnisse, daher kann die Berechnung für den *500-Hz-Mittenpegel* als

130017

30. Jan. 2013



konservative Herangehensweise (worst case) gewertet werden. Für die Berechnung mit dem Interimsverfahren wurden die Oktavbanddaten verwendet.

#### **Verwendung des Interimsverfahrens**

Die Berechnung mit dem Interimsverfahren wurde nach dem Entwurf des LAI vom 30.6.2016 „Hinweise zum Schallimmissionsschutz“ ohne Berücksichtigung von Bodendämpfung und unter Verwendung von Oktavbanddaten vorgenommen.

130018 30. Jan. 2013

## 5 Oktavschalleistungspegel

Tabelle 8: Kenndaten Interimsverfahren

Typenbezeichnung		Vestas V126-3.6MW HTq							
Rotordurchmesser [m]		126							
Nabenhöhe [m]		137							
Nennleistung [kW]		3.600							
Anzahl Vermessungen		-							
Verwendeter L <sub>WA</sub> [dB(A)]		104,5 (Oktavbanddaten gem. Herstellerprognose)							
Frequenz [Hz]	Oktav-Schalleistungspegel dB(A)	$\sigma_P$	$\sigma_R$	$\sigma_{Prog}$	$\sigma_{ges}$	90% ob. Vertrauensbereich	Ton/Impulszuschlag	Lwa gesamt	
63	83,8	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	88,1	
125	90,9	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	95,2	
250	97,0	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	101,3	
500	99,2	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	103,5	
1000	99,4	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	103,7	
2000	95,6	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	99,9	
4000	88,8	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	93,1	
8000	70,1	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	74,4	
L <sub>WA</sub> [dB(A)]	104,5	1,22	3,0	1,0	3,39	4,34	-	108,8	

Tabelle 9: Kenndaten Interimsverfahren

Typenbezeichnung		Fuhrländer MD77							
Rotordurchmesser [m]		77							
Nabenhöhe [m]		85							
Nennleistung [kW]		1.500							
Anzahl Vermessungen		3							
Verwendeter L <sub>WA</sub> [dB(A)]		103,0							
Frequenz [Hz]	Oktav-Schalleistungspegel dB(A)	$\sigma_P$	$\sigma_R$	$\sigma_{Prog}$	$\sigma_{ges}$	90% ob. Vertrauensbereich	Ton/Impulszuschlag	Lwa gesamt	
63	87,1	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	88,7	
125	95,2	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	96,8	
250	96,2	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	97,8	
500	96,8	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	98,4	
1000	95,9	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	97,5	
2000	93,2	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	94,8	
4000	89,5	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	91,1	
8000	82,9	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	84,5	
L <sub>WA</sub> [dB(A)]	103,0	0,52	0,5	1,0	1,23	1,58	-	104,6	

30. Jan. 2013

Tabelle 10: Kenndaten Interimsverfahren

Typenbezeichnung		Enercon E-40/6.44						
Rotordurchmesser [m]		40						
Nabenhöhe [m]		78						
Nennleistung [kW]		600						
Anzahl Vermessungen		3						
Verwendeter L <sub>WA</sub> [dB(A)]		100,6						
Frequenz [Hz]	Oktav-Schalleis- tungspe- gel dB(A)*	$\sigma_P$	$\sigma_R$	$\sigma_{Prog}$	$\sigma_{ges}$	90% ob. Vertrau- trauensbe- reich	Ton/Im- pulszu- schlag	Lwa ge- samt
63	80,3	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	81,8
125	88,7	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	90,2
250	92,9	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	94,4
500	95,1	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	96,6
1000	94,6	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	96,1
2000	92,6	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	94,1
4000	88,6	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	90,1
8000	73,6	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	75,1
L <sub>WA</sub> [dB(A)]	100,6	0,4	0,5	1,0	1,19	1,52	-	102,1

\*) gem. Referenzspektrum

Tabelle 11: Kenndaten Interimsverfahren

Typenbezeichnung		Enercon E-92						
Rotordurchmesser [m]		92						
Nabenhöhe [m]		138						
Nennleistung [kW]		2.350						
Anzahl Vermessungen		3						
Verwendeter L <sub>WA</sub> [dB(A)]		104,6 (BMOs)						
Frequenz [Hz]	Oktav-Schalleis- tungspe- gel dB(A)	$\sigma_P$	$\sigma_R$	$\sigma_{Prog}$	$\sigma_{ges}$	90% ob. Vertrau- trauensbe- reich	Ton/Im- pulszu- schlag	Lwa ge- samt
63	83,8	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	85,4
125	91,5	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	93,1
250	93,7	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	95,3
500	96,6	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	98,2
1000	99,9	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	101,5
2000	98,7	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	100,3
4000	94,1	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	95,7
8000	84,8	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	86,4
L <sub>WA</sub> [dB(A)]	104,6	0,59	0,5	1,0	1,3	1,6	-	106,2

Tabelle 12: Kenndaten Interimsverfahren

Typenbezeichnung		Dewind D4/48						
Rotordurchmesser [m]		48						
Nabenhöhe [m]		70						
Nennleistung [kW]		600						
Anzahl Vermessungen		4						
Verwendeter $L_{WA}$ [dB(A)]		99,8 (lautester Schallleistungspegel)						
Frequenz [Hz]	Oktav-Schallleistungspegel dB(A)*	$\sigma_P$	$\sigma_R$	$\sigma_{Prog}$	$\sigma_{ges}$	90% ob. Vertrauensbereich	Ton/Impulszuschlag	Lwa gesamt
63	79,5	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	81,6
125	87,9	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	90,0
250	92,1	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	94,2
500	94,3	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	96,4
1000	93,8	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	95,9
2000	91,8	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	93,9
4000	87,8	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	89,9
8000	72,8	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	74,9
$L_{WA}$ [dB(A)]	<b>99,8</b>	1,22	0,5	1,0	1,65	2,12	-	<b>101,9</b>

\*) gem. Referenzspektrum

30. Jan. 2013 130021

## 6 Literatur

- /1/ TA Lärm: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
- /2/ DIN ISO 9613-2 : Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien
- /3/ BImSchG: Bundesimmissionsschutzgesetz
- /4/ BauNVO: Baunutzungsverordnung
- /5/ Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen, Teil 1 Bestimmung der Schallemissionswerte; Fördergesellschaft Windenergie e. V.,
- /6/ DIN 18005: Teil 1, Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren
- /7/ DIN 45681: Ermittlung Tonhaltigkeit, Schmalbandanalyse des unbewerteten Schalldruckpegels
- /8/ DIN 45645: Ermittlung Impulshaltigkeit, Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschemissionen.
- /9/ Innenministerium Baden-Württemberg, Städtebauliche Lärmfibel - Hinweise für die Bauleitplanung, 1991, 193 Seiten.
- /10/ Workshop Immissionsschutz 24./25. Februar 1999, Tagungsband; Kötter Beratende Ingenieure Selbstverlag, Rheine 1999
- /11/ 'Viel Wind um wenig Lärm' von H. Klug, DEWI; In: Sonnenenergie 4/91
- /12/ Schallmessung an WEA von A. Petersen, Windtest; In: Windkraft Journal 3/93
- /13/ Windtest: Information Schallgutachten
- /14/ 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel - Einführung in die Grundbegriffe und quantitative Erfassung des Lärms, Hoffmann / von Lüpke; Erich Schmidt Verlag, 6. Auflage 1993
- /15/ Lärmbekämpfung '88: Tendenzen - Probleme - Lösungen, Umweltbundesamt, Erich Schmidt Verlag,
- /16/ Infraschallwirkungen auf den Menschen, H. Ising, B. Markert, F. Shenoda, C. Schwarze, Bundesminister für Forschung und Technologie, VDI Verlag, 1982.
- /17/ Keine Gefahr durch Infraschall, A. Buhmann, In: Neue Energie 1/98
- /18/ DIN EN 50376: Angabe des Schalleistungspegels und der Tonhaltigkeitswerte bei Windenergieanlagen
- /19/ W. Probst, U. Donner, Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose, Zeitschrift für Lärmbekämpfung
- /20/ Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen: Empfehlungen der Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI), Entwurf, Stand 30.6.2016
- /21/ Zum Nachweis der Einhaltung von Geräuschemissionen mittels Prognose; Detlef Piorr in: Zeitschrift für Lärmbekämpfung 48 (Sept. 2001)
- /22/ Sachinformationen zu Geräuschemissionen und -immissionen von Windenergieanlagen, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, LUA Essen 2001

130022

30. Jan. 2013

## 7 Anhang

- Isophonenkarte der Gesamtbelastung
- Berechnungsausdrucke Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Vorbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Zusatzbelastung: Hauptergebnis
- Berechnungsausdrucke Gesamtbelastung: Hauptergebnis, Detaillierte Ergebnisse
- Annahmen zur Schallberechnung
  
- Berechnung der Serienstreuung der WEA-Typen
- Auszüge aus den Messberichten zur Ermittlung des Schalleistungspegels der WEA-Typen

30. Jan. 2013 130023

Projekt:  
**15-1-3008-004-DE-BLA**

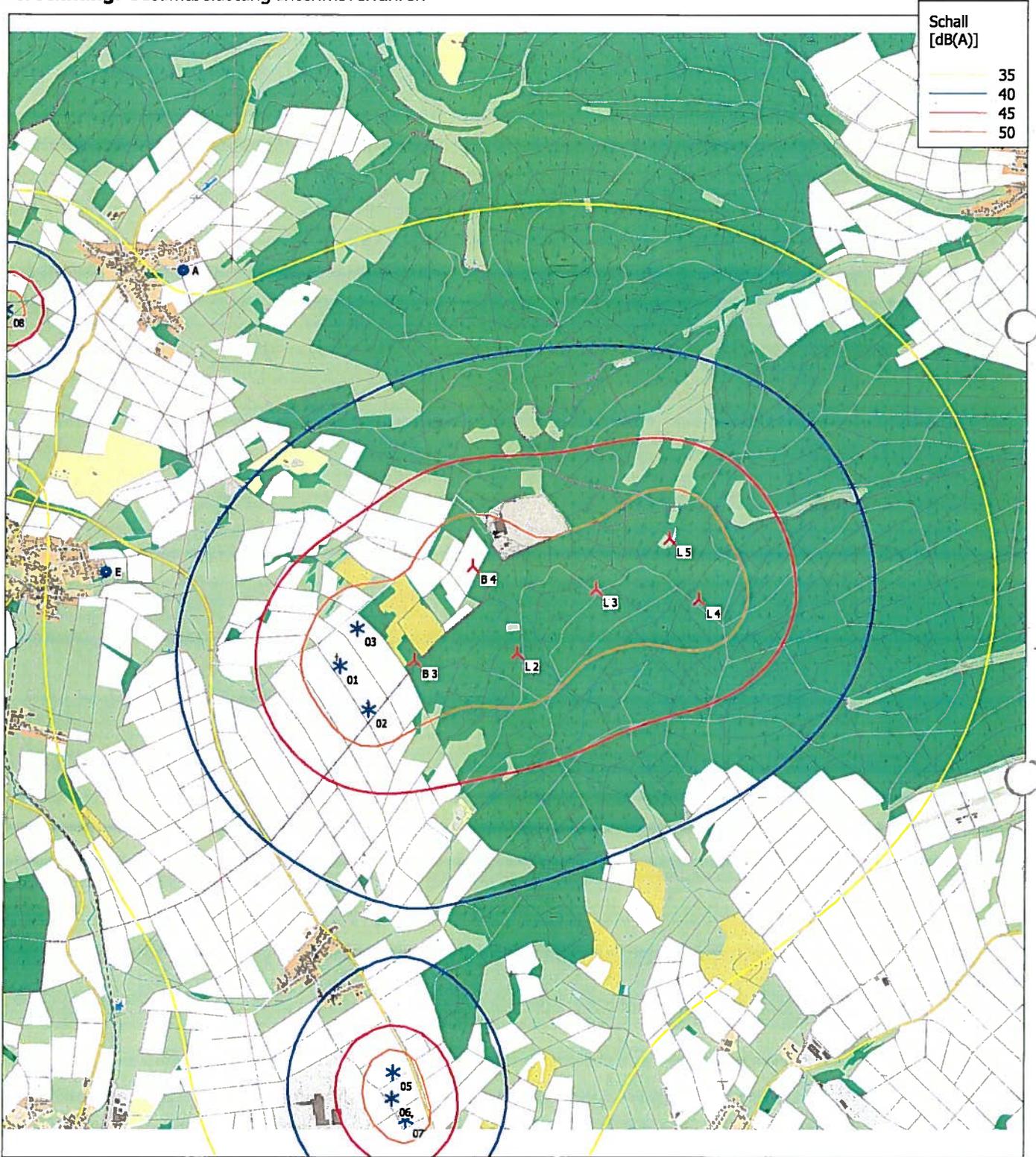
Beschreibung:  
WP Brauerschwend Lauterbach im  
Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:  
**CUBE Engineering GmbH**  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Kirsten Ulner / k.ulner@cube-engineering.com  
Berechnet:  
16.11.2017 11:43/3.1.617



### DECIBEL - Karte Lautester Wert bis 95% Nennleistung

Berechnung: Gesamtbelastung Interimsverfahren



0 250 500 750 1000m  
 Karte: WMS Gesamt, Maßstab 1:25.000, Mitte: UTM (north)-ETRS89 Zone: 32 Ost: 526.095 Nord: 5.616.134  
 \* Neue WEA    \* Existierende WEA    \* Schall-Immissionsort  
 Schallberechnungs-Modell: ISO 9613-2 Allgemein. Windgeschw- windigkeit: Lautester Wert bis 95% Nennleistung  
 Höhe über Meeresspiegel von aktivem Höhenlinien-Objekt

130024 30. Jan. 2018

Projekt:

15-1-3008-004-DE-BLA

Beschreibung:

WP Brauerschwend Lauterbach im Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:

**CUBE Engineering GmbH**  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Kirsten Ullner / k.ullner@cube-engineering.com  
Berechnet:  
16.11.2017 11:34/3.1.617



## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs Interimsverfahren

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit:**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**Bodeneffekt:**

Kelner

**Meteorologischer Koeffizient, CO:**

0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)

**Schalleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

**Einzelton:**

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltonen zugefügt: 5,0

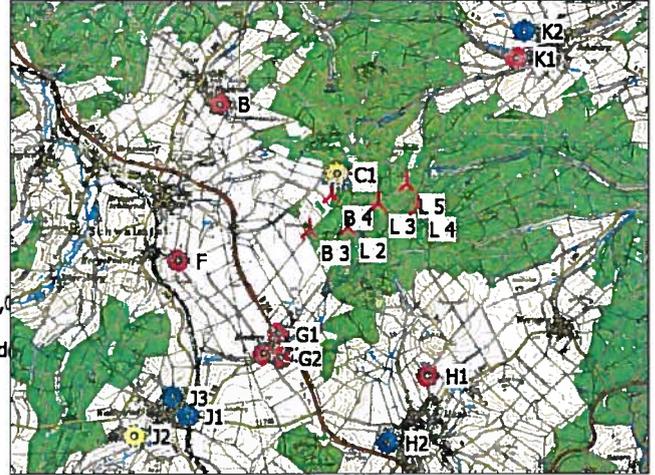
**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv)**

**des Schallrichtwerts:**

0,0 dB(A)



Maßstab 1:125.000

▲ Neue WEA

■ Schall-Immissionsort

## WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor- durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windgesch- windigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
B 3	525.462	5.615.663	422,1	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ		(95%)	108,8	Nein
B 4	525.840	5.616.280	436,8	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ		(95%)	108,8	Nein
L 2	526.131	5.615.713	411,0	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ		(95%)	108,8	Nein
L 3	526.642	5.616.135	435,3	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ		(95%)	108,8	Nein
L 4	527.318	5.616.071	428,1	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ		(95%)	108,8	Nein
L 5	527.124	5.616.466	444,8	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ		(95%)	108,8	Nein

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Schall [dB(A)]	Anforderung [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
B	Rainrod, Teichstraße 8	523.922	5.617.823	379,7	5,0	45	33	
C	Deponiegelände, Empfangsbereich	525.941	5.616.630	448,0	5,0	65	49	
C1	Deponiegelände, Empfangsbereich	525.937	5.616.630	448,0	5,0	65	49	
D	Deponiegelände, Betriebsgebäude	525.923	5.616.552	444,3	5,0	65	51	
D1	Deponiegelände, Betriebsgebäude	525.920	5.616.543	444,0	5,0	65	51	
F	Hergersdorf, Reuterser Str. 33	523.199	5.615.123	352,1	5,0	45	32	
G1	Reuters, Alsfelder Str. 2	524.941	5.613.881	370,0	5,0	45	35	
G2	Reuters, Bornfelder Str. 23a	524.991	5.613.460	369,8	5,0	45	33	
G3	Reuters, Wallenröder Str. 28	524.683	5.613.526	365,3	5,0	45	33	
H1	Maar, Bilsweg 25	527.488	5.613.146	350,0	5,0	45	32	
H2	Maar, Hohenbucherweg 26	526.804	5.612.007	325,0	5,0	40	29	
J1	Wallenrod, Brücherweg 7	523.376	5.612.453	355,0	5,0	40	27	
J2	Wallenrod, Riedberg 1	522.463	5.612.114	367,6	5,0	35	24	
J3	Wallenrod, WA Helmstättenweg	523.117	5.612.771	355,0	5,0	40	27	
K1	Schwarz, Rainröder Weg 63	529.022	5.618.607	332,6	5,0	45	31	
K2	Schwarz, Alsfelder Straße 88	529.147	5.619.077	346,7	5,0	40	29	

## Abstände (m)

	WEA					
Schall-Immissionsort	B 3	B 4	L 5	L 4	L 2	L 3
B	2653	2462	3477	3821	3055	3201
C	1079	364	1194	1486	936	858
C1	1077	363	1198	1490	937	861
D	1001	284	1203	1475	864	831
D1	992	275	1206	1476	856	829
F	2326	2883	4148	4226	2991	3588
G1	1856	2561	3383	3232	2184	2823
G2	2253	2945	3686	3498	2526	3144

(Fortsetzung nächste Seite)...

30. Jan. 2013

Projekt:

**15-1-3008-004-DE-BLA**

Beschreibung:

WP Brauerschwend Lauterbach im  
Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:

**CUBE Engineering GmbH**

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Kirsten Ulner / k.ulner@cube-engineering.com

Berechnet:

16.11.2017 11:34/3.1.617



## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Immissionsorte außerhalb des Einwirkungsbereichs Interimsverfahren

...(Fortsetzung von letzter Seite)

Schall-Immissionsort	WEA					
	B 3	B 4	L 5	L 4	L 2	L 3
G3	2274	2987	3821	3663	2623	3262
H1	3231	3541	3340	2930	2904	3106
H2	3895	4380	4470	4096	3767	4131
J1	3828	4552	5491	5351	4268	4922
J2	4646	5363	6377	6263	5139	5799
J3	3723	4441	5450	5342	4212	4872
K1	4620	3942	2861	3055	4091	3432
K2	5023	4331	3303	3519	4518	3864

130026 30. Jan. 2018

Projekt:

**15-1-3008-004-DE-BLA**

Beschreibung:

WP Brauerschwend Lauterbach im Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:

**CUBE Engineering GmbH**  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Kirsten Ullner / k.ullner@cube-engineering.com  
Berechnet:  
16.11.2017 11:36/3.1.617



## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Vorbelastung Interimsverfahren

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit:**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**Bodeneffekt:**

Keiner

**Meteorologischer Koeffizient, CO:**

0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)

**Schalleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

**Einzeltone:**

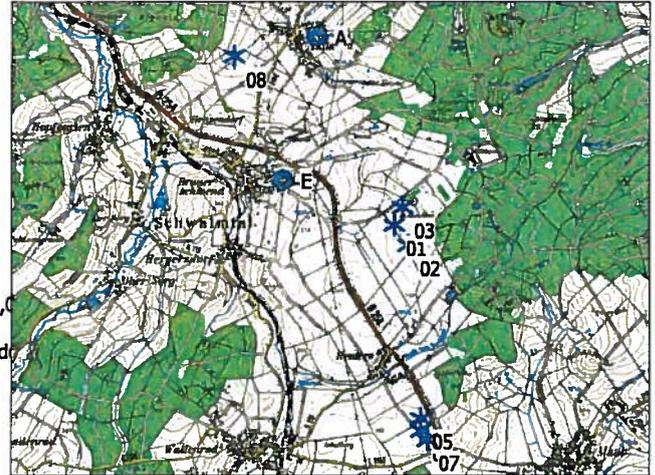
Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltonen zugefügt: 5,0

**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:**

0,0 dB(A)



Maßstab 1:100.000  
\* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

## WEA

	Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor- durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
			[m]											
01	524.974	5.615.621	397,6	FUHLÄNDER FL ...	Nein	FUHLÄNDER	FL MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	USER FS 3fach, 103,0+1,6 SZ	(95%)	104,6	Nein
02	525.163	5.615.337	401,5	FUHLÄNDER FL ...	Nein	FUHLÄNDER	FL MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	USER FS 3fach, 103,0+1,6 SZ	(95%)	104,6	Nein
03	525.082	5.615.866	405,1	ENERCON E-92 2,...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.300	2.300	92,0	138,4	USER FS BMOs 3fach NH 138 104,6+1,6 SZ	(95%)	106,2	Nein
05	525.344	5.612.957	388,0	DEWIND D4/48 60...	Ja	DEWIND	D4/48-600	600	48,0	70,0	USER FS-ref 99,8+2,1 SZ	(95%)	101,9	Nein
06	525.339	5.612.791	385,0	DEWIND D4/48 60...	Ja	DEWIND	D4/48-600	600	48,0	70,0	USER FS-ref 99,8+2,1 SZ	(95%)	101,9	Nein
07	525.431	5.612.654	383,0	DEWIND D4/48 60...	Ja	DEWIND	D4/48-600	600	48,0	70,0	USER FS-ref 99,8+2,1 SZ	(95%)	101,9	Nein
08	522.771	5.617.943	400,0	ENERCON E-40/6...	Nein	ENERCON	E-40/6.44-600	600	44,0	78,0	USER FS ref 100,6+1,5 SZ	(95%)	102,1	Nein

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

**Schall-Immissionsort**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	523.921	5.618.204	387,4	5,0	40,0	31,5
E	Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8	523.440	5.616.226	340,0	5,0	40,0	33,6

### Abstände (m)

WEA	A	E
01	2789	1649
02	3124	1939
03	2611	1681
05	5437	3783
06	5596	3925
07	5752	4089
08	1179	1843

130027

30. Jan. 2018

Projekt:  
**15-1-3008-004-DE-BLA**

Beschreibung:  
WP Brauerschwend Lauterbach im  
Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:  
**CUBE Engineering GmbH**  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Kirsten Ulner / k.ulner@cube-engineering.com  
Berechnet:  
16.11.2017 11:33/3.1.617



## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Zusatzbelastung Interimsverfahren

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit:**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**Bodeneffekt:**

Keiner

**Meteorologischer Koeffizient, CO:**

0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)

**Schalleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

**Einzelton:**

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltonen zugefügt: 5,0

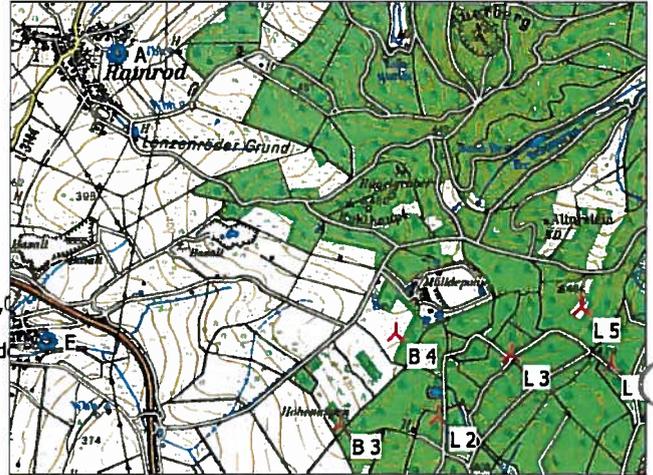
**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv)**

**des Schallrichtwerts:**

0,0 dB(A)



Maßstab 1:50.000  
▲ Neue WEA     ■ Schall-Immissionsort

### WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ			Nennleistung [kW]	Rotor-durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte		Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
				Aktuell	Hersteller	Typ				Quelle	Name			
B 3	525.462	5.615.663	422,1	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%)	108,8	Nein
B 4	525.840	5.616.280	436,8	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%)	108,8	Nein
L 2	526.131	5.615.713	411,0	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%)	108,8	Nein
L 3	526.642	5.616.135	435,3	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%)	108,8	Nein
L 4	527.318	5.616.071	428,1	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%)	108,8	Nein
L 5	527.124	5.616.466	444,8	VESTAS V126-3....	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%)	108,8	Nein

### Berechnungsergebnisse

#### Beurteilungspegel

**Schall-Immissionsort**

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Beurteilungspegel	
						Schall [dB(A)]	Von WEA [dB(A)]
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	523.921	5.618.204	387,4	5,0	40,0	31,7
E	Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8	523.440	5.616.226	340,0	5,0	40,0	33,9

#### Abstände (m)

WEA	A	E
B 3	2972	2099
B 4	2718	2401
L 2	3330	2739
L 3	3418	3203
L 4	4011	3881
L 5	3644	3691

130028

30. Jan. 2018

Projekt:

**15-1-3008-004-DE-BLA**

Beschreibung:

WP Brauerschwend Lauterbach im Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:

**CUBE Engineering GmbH**  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Kirsten Ulner / k.ulner@cube-engineering.com  
Berechnet:  
16.11.2017 11:37/3.1.617



## DECIBEL - Hauptergebnis

**Berechnung:** Gesamtbelastung Interimsverfahren

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit:**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**Bodeneffekt:**

Keiner

**Meteorologischer Koeffizient, CO:**

0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)

**Schalleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

**Einzelton:**

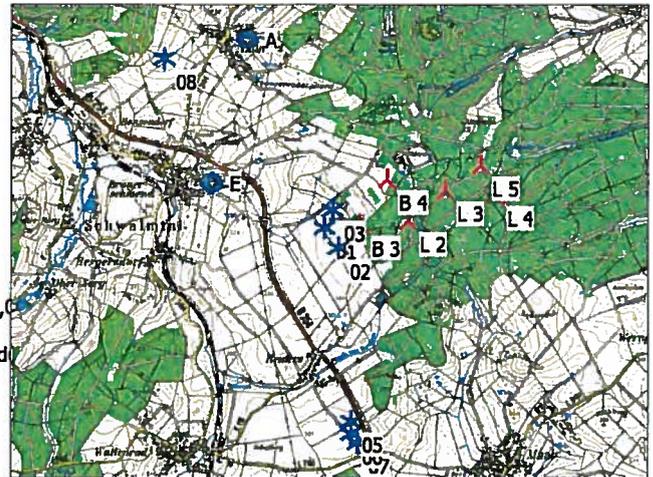
Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltonen zugefügt: 5,0

**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Mod

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv)**

des Schallrichtwerts:  
0,0 dB(A)



Maßstab 1:100.000

▲ Neue WEA    \* Existierende WEA    ■ Schall-Immissionsort

## WEA

Ost	Nord	Z	Beschreibung	WEA-Typ Aktuell	Hersteller	Typ	Nennleistung [kW]	Rotor- durchmesser [m]	Nabenhöhe [m]	Schallwerte Quelle	Name	Windgeschwindigkeit [m/s]	LWA [dB(A)]	Einzelton
01	524.974	5.615.621	397,6	FUHLÄNDER FL ...	Nein	FUHLÄNDER	FL MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	FS 3fach, 103,0+1,6 SZ	(95%) 104,6	Nein
02	525.163	5.615.337	401,5	FUHLÄNDER FL ...	Nein	FUHLÄNDER	FL MD 77-1.500	1.500	77,0	85,0	USER	FS 3fach, 103,0+1,6 SZ	(95%) 104,6	Nein
03	525.082	5.615.866	405,1	ENERCON E-92 2,3...	Ja	ENERCON	E-92 2,3 MW-2.300	2.300	92,0	138,4	USER	FS BMOs 3fach NH 138 104,6+1,6 SZ	(95%) 106,2	Nein
05	525.344	5.612.957	388,0	DEWIND D4/48 60...	Ja	DEWIND	D4/48-600	600	48,0	70,0	USER	FS-ref 99,8+2,1 SZ	(95%) 101,9	Nein
06	525.339	5.612.791	385,0	DEWIND D4/48 60...	Ja	DEWIND	D4/48-600	600	48,0	70,0	USER	FS-ref 99,8+2,1 SZ	(95%) 101,9	Nein
07	525.431	5.612.654	383,0	DEWIND D4/48 60...	Ja	DEWIND	D4/48-600	600	48,0	70,0	USER	FS-ref 99,8+2,1 SZ	(95%) 101,9	Nein
08	522.771	5.617.943	400,0	ENERCON E-40/6,4...	Nein	ENERCON	E-40/6,44-600	600	44,0	78,0	USER	FS ref 100,6+1,5 SZ	(95%) 102,1	Nein
B 3	525.462	5.615.663	422,1	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%) 108,8	Nein
B 4	525.840	5.616.280	436,8	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%) 108,8	Nein
L 2	526.131	5.615.713	411,0	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%) 108,8	Nein
L 3	526.642	5.616.135	435,3	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%) 108,8	Nein
L 4	527.318	5.616.071	428,1	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%) 108,8	Nein
L 5	527.124	5.616.466	444,8	VESTAS V126-3.6 ...	Ja	VESTAS	V126-3.6 HTq-3.600	3.600	126,0	137,0	USER	FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ	(95%) 108,8	Nein

## Berechnungsergebnisse

### Beurteilungspegel

Schall-Immissionsort

Nr.	Name	Ost	Nord	Z	Aufpunkthöhe [m]	Anforderung Schall [dB(A)]	Beurteilungspegel Von WEA [dB(A)]
A	Rainrod, Brunkelsfeld 1	523.921	5.618.204	387,4	5,0	40,0	34,6
E	Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8	523.440	5.616.226	340,0	5,0	40,0	36,7

### Abstände (m)

WEA	A	E
01	2789	1649
02	3124	1939
03	2611	1681
05	5437	3783
06	5596	3925
07	5752	4089
08	1179	1843
B 3	2972	2099
B 4	2718	2401
L 2	3330	2739
L 3	3418	3203
L 4	4011	3881
L 5	3644	3691

30. Jan. 2013

130029  
windPRO

Projekt:

**15-1-3008-004-DE-BLA**

Beschreibung:

WP Brauerschwend Lauterbach im  
Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:

**CUBE Engineering GmbH**

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Kirsten Ulner / k.ulner@cube-engineering.com

Berechnet:

16.11.2017 11:43/3.1.617



## DECIBEL - Detaillierte Ergebnisse

**Berechnung:** Gesamtbelastung Interimsverfahren **Schallberechnungs-Modell:** ISO 9613-2 Allgemein 10,0 m/s  
Annahmen

Berechneter L(DW) = LWA,ref + K + Dc - (Adiv + Aatm + Agr + Abar + Amisc) - Cmet  
(Wenn mit Bodeneffekt gerechnet ist Dc = Domega)

LWA,ref:	Schalldruckpegel an WEA
K:	Einzelöne
Dc:	Richtwirkungskorrektur
Adiv:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
Aatm:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
Agr:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
Abar:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung
Amisc:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte
Cmet:	Meteorologische Korrektur

### Berechnungsergebnisse

#### Schall-Immissionsort: A Rainrod, Brunkelsfeld 1

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	2.789	2.791	<b>23,14</b>	104,6	3,00	79,91	4,52	0,00	0,00	0,00	84,43
02	3.124	3.126	<b>21,82</b>	104,6	3,00	80,90	4,86	0,00	0,00	0,00	85,76
03	2.611	2.615	<b>22,37</b>	106,2	3,00	79,35	7,45	0,00	0,00	0,00	86,80
05	5.437	5.437	<b>10,14</b>	101,9	3,00	85,71	9,05	0,00	0,00	0,00	94,76
06	5.596	5.596	<b>9,74</b>	101,9	3,00	85,96	9,21	0,00	0,00	0,00	95,16
07	5.752	5.752	<b>9,35</b>	101,9	3,00	86,20	9,36	0,00	0,00	0,00	95,55
08	1.179	1.182	<b>29,34</b>	102,1	3,00	72,45	3,30	0,00	0,00	0,00	75,76
B 3	2.972	2.977	<b>25,05</b>	108,8	3,00	80,47	6,24	0,00	0,00	0,00	86,71
B 4	2.718	2.724	<b>26,20</b>	108,8	3,00	79,70	5,85	0,00	0,00	0,00	85,56
L 2	3.330	3.334	<b>23,55</b>	108,8	3,00	81,46	6,75	0,00	0,00	0,00	88,21
L 3	3.418	3.423	<b>23,19</b>	108,8	3,00	81,69	6,87	0,00	0,00	0,00	88,56
L 4	4.011	4.015	<b>21,02</b>	108,8	3,00	83,07	7,66	0,00	0,00	0,00	90,74
L 5	3.644	3.649	<b>22,33</b>	108,8	3,00	82,24	7,18	0,00	0,00	0,00	89,43

Summe 34,61

#### Schall-Immissionsort: E Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8

WEA		Lautester Wert bis 95% Nennleistung									
Nr.	Abstand [m]	Schallweg [m]	Berechnet [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Dc [dB]	Adiv [dB]	Aatm [dB]	Agr [dB]	Abar [dB]	Amisc [dB]	A [dB]
01	1.649	1.655	<b>29,01</b>	104,6	3,00	75,37	3,20	0,00	0,00	0,00	78,57
02	1.939	1.944	<b>27,24</b>	104,6	3,00	76,77	3,56	0,00	0,00	0,00	80,33
03	1.681	1.693	<b>27,88</b>	106,2	3,00	75,57	5,71	0,00	0,00	0,00	81,28
05	3.783	3.785	<b>15,10</b>	101,9	3,00	82,56	7,24	0,00	0,00	0,00	89,80
06	3.925	3.926	<b>14,61</b>	101,9	3,00	82,88	7,41	0,00	0,00	0,00	90,29
07	4.089	4.091	<b>14,06</b>	101,9	3,00	83,24	7,60	0,00	0,00	0,00	90,84
08	1.843	1.848	<b>24,26</b>	102,1	3,00	76,33	4,50	0,00	0,00	0,00	80,84
B 3	2.099	2.110	<b>29,41</b>	108,8	3,00	77,48	4,86	0,00	0,00	0,00	82,35
B 4	2.401	2.411	<b>27,75</b>	108,8	3,00	78,65	5,36	0,00	0,00	0,00	84,01
L 2	2.739	2.747	<b>26,09</b>	108,8	3,00	79,78	5,89	0,00	0,00	0,00	85,67
L 3	3.203	3.211	<b>24,05</b>	108,8	3,00	81,13	6,58	0,00	0,00	0,00	87,71
L 4	3.881	3.887	<b>21,47</b>	108,8	3,00	82,79	7,50	0,00	0,00	0,00	90,29
L 5	3.691	3.699	<b>22,15</b>	108,8	3,00	82,36	7,25	0,00	0,00	0,00	89,61

Summe 36,75

130030

30. Jan. 2018

Projekt:  
**15-1-3008-004-DE-BLA**

Beschreibung:  
WP Brauerschwend Lauterbach im  
Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:  
**CUBE Engineering GmbH**  
Breitscheidstraße 6  
DE-34119 Kassel  
+49 (0) 561 28 85 73 0  
Kirsten Ulner / k.ulner@cube-engineering.com  
Berechnet:  
16.11.2017 11:43/3.1.617



## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** Gesamtbelastung Interimsverfahren

**Schallberechnungs-Modell:**

ISO 9613-2 Allgemein

**Windgeschwindigkeit:**

Lautester Wert bis 95% Nennleistung

**Bodeneffekt:**

Kelner

**Meteorologischer Koeffizient, C0:**

0,0 dB

**Art der Anforderung in der Berechnung:**

1: WEA-Geräusch vs. Schallrichtwert (DK, DE, SE, NL etc.)

**Schalleistungspegel in der Berechnung:**

Schallwerte sind Lwa-Werte (Mittlere Schalleistungspegel; Standard)

**Einzelton:**

Fester Zuschlag wird zu Schallemission von WEA mit Einzeltonen zugefügt: 5,0 dB(A)

**Aufpunkthöhe ü.Gr.:**

5,0 m Aufpunkthöhe in Immissionsort-Objekt hat Vorrang vor Angabe im Modell

**verlangte Unter- (negativ) oder zulässige Überschreitung (positiv) des Schallrichtwerts:**

0,0 dB(A)

**Keine Oktavbanddaten verwendet**

Luftdämpfung: 1,9 dB/km

**WEA:** VESTAS V126-3.6 HTq 3600 126.0 IO!

**Schall:** FS 104,5 + 4,3 dB(A) SZ

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
16.11.2017 USER 16.11.2017 11:18

Status	Windgesch- [m/s]	windigkeit [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Einzelton [dB]	Oktav- Bänder										
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	108,8	Nein	88,1	95,2	101,3	103,5	103,7	99,9	93,1	74,4				

**WEA:** FUHLÄNDER FL MD 77 1500 77.0 IO!

**Schall:** FS 3fach, 103,0+1,6 SZ

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
man. 02.10.2017 USER 02.10.2017 12:48

Status	Windgesch- [m/s]	windigkeit [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Einzelton [dB]	Oktav- Bänder										
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	104,6	Nein	88,7	96,8	97,8	98,4	97,5	94,8	91,1	84,5				

**WEA:** DEWIND D4/48 600 48.0 IO!

**Schall:** FS-ref 99,8+2,1 SZ

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
man. 22.09.2017 USER 02.10.2017 12:54

Status	Windgesch- [m/s]	windigkeit [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Einzelton [dB]	Oktav- Bänder										
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	101,9	Nein	81,6	90,0	94,2	96,4	95,9	93,9	89,9	74,9				

**WEA:** ENERCON E-40/6.44 600 44.0 IO!

**Schall:** FS ref 100,6+1,5 SZ

Datenquelle Quelle/Datum Quelle Bearbeitet  
man. 02.10.2017 USER 02.10.2017 12:29

Status	Windgesch- [m/s]	windigkeit [dB(A)]	LWA [dB(A)]	Einzelton [dB]	Oktav- Bänder										
					63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung	102,1	Nein	81,8	90,2	94,4	96,6	96,1	94,1	90,1	75,1				

30. Jan. 2018

130031

Projekt:

15-1-3008-004-DE-BLA

Beschreibung:

WP Brauerschwend Lauterbach im  
Vogelsbergkreis, Hessen

Lizenzierter Anwender:

**CUBE Engineering GmbH**

Breitscheidstraße 6

DE-34119 Kassel

+49 (0) 561 28 85 73 0

Kirsten Ulner / k.ulner@cube-engineering.com

Berechnet:

16.11.2017 11:43/3.1.617



## DECIBEL - Annahmen für Schallberechnung

**Berechnung:** Gesamtbelastung Interimsverfahren

**WEA:** ENERCON E-92 2,3 MW 2300 92.0 !-!

**Schall:** FS BM0s 3fach NH 138 104,6+1,6 SZ

Datenquelle	Quelle/Datum	Quelle	Bearbeitet
man.	02.10.2017	USER	02.10.2017 09:54

Status	Windgesch- [m/s]	windigkeit	LWA [dB(A)]	Einzelton	Oktav- Bänder							
					63 [dB]	125 [dB]	250 [dB]	500 [dB]	1000 [dB]	2000 [dB]	4000 [dB]	8000 [dB]
Von WEA-Katalog	95% der Nennleistung		106,2	Nein	85,4	93,1	95,3	98,2	101,5	100,3	95,7	86,4

**Schall-Immissionsort:** Rainrod, Brunkelsfeld 1-A

**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet

**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)

**Keine Abstandsanforderung**

**Schall-Immissionsort:** Brauerschwend, Kurt-Schumacher-Str. 8-E

**Vordefinierter Berechnungsstandard:** Allgemeines Wohngebiet

**Höhe Aufpunkt (ü.Gr.):** Standardwert des Berechnungsmodells

**Schallrichtwert:** 40,0 dB(A)

**Keine Abstandsanforderung**

130032

30. Jan. 2013



**CUBE**  
Engineering GmbH  
Part of Ramboll

**Vestas V126-3.6 MW HTq Oktavbanddaten**  
**Schallvermessungsdatenblatt**  
20.11.2017 ku

#	Berichts-Nr.	Berichts-Datum	Nabenhöhe Messbericht	Messunsicherheit $U_C$	max. $K_{TN}$	max. $L_{WA}$
1	Herstellerangabe Oktavbanddaten	9.11.2017	137,0 m	-	-	104,5 dB(A)
<b>n Anzahl Vermessungen</b>						<b>0</b>

**Vermessungs- und Unsicherheitsparameter**

$L_W$	Mittelwert der Schalleistungspegel	104,50 dB(A)
$s$	Standardabweichung	--
$\sigma_P$	Serienstreuung ( $\sigma_P = s$ ; wenn $n < 3$ : $\sigma_P = 1,22$ dB(A))	1,22 dB(A)
$\sigma_R$	Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A))	3,00 dB(A)
$\sigma_{Prog}$	Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2	1,00 dB(A)
$\sigma_{Schirm}$	Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A))	0,00 dB(A)

**Gesamtunsicherheit und obere Vertrauensbereichsgrenze**

$\sigma_{ges}$	Gesamtunsicherheit ( $\sigma_{ges}^2 = \sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2 + \sigma_{Schirm}^2$ )	3,39 dB(A)
	Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = $1,28 \times \sigma_{ges}$ )	4,34 dB(A)
$L_o$	obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ ( $= L_W + 1,28 \times \sigma_{ges}$ )	108,8 dB(A)

**Tonhaltigkeit**

	Maximalwert $K_{TN}$	0,00 dB(A)
	Standardabweichung $s$	0,00 dB(A)



Classification: **Restricted**

Husum, 09. November 2017/IRW

### Vestas V126-3.45 MW (HTq)

#### Herstellerangabe zum Schalleistungspegel und den Oktavspektren als Eingangsgröße für die Schallimmissionsprognose

gemäß 1.2 a) Hinweise zum Schallimmissionsschutz bei Windenergieanlagen (WKA) Überarbeitet den Entwurf vom 17.03.2016 mit Änderungen PhysE vom 23.06.2016, Stand 30.06.2016 (LAI-Entwurf)

Gemäß dem LAI-Entwurf bildet der für den WKA-Typ und Betriebsmodus spezifische Schalleistungspegel die Eingangsgröße der Schallimmissionsprognose für konkrete WEA-Projekte, die u. A. auf Angaben des Herstellers (siehe LAI-Entwurf Ziffer 1.2 a) beruhen kann (sofern noch keine Messberichte vorliegen).

Diese Angaben umfassen den Schalleistungspegel  $L_{WA,(P90)}$  unter Berücksichtigung der Serienstreuung und die Unsicherheit der ausstehenden, emissionsseitigen Abnahmemessung mit einem Vertrauensbereich von 90% (P90), sowie das Oktavspektrum des deklarierten Schalleistungspegel  $L_{W,(P50)}$  nach IEC Ed.3.

#### Schalleistungspegel

Tabelle: Schalleistungspegel V126-3.45 MW (HTq)

		Hersteller- angabe (P90)	Deklariertes (mittleres) max. Schalleistungs- pegel (P50) (0056-6303.V04)	Sägezahn- Hinterkanten	Modus verfügbar für Nabenhöhe
Modus	$P_{\text{nenn}}$ [k W]	$L_{WA,(P90)}$ [dB(A)]	$L_{W,(P50)}$ [dB(A)]		
0	3450	105,4	104,4	Ja (Standard)	117m, 149m, 166m

entsprechend der Technische Richtlinie, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Rev.18 Stand 01.02.2008, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e.V.“ für den Windgeschwindigkeitsbereich von 6 m/s bis 10 m/s in 10 m Höhe), wobei die Messunsicherheit  $s$  der Emissionsseitigen Abnahmemessung max. 1 dB(A) betragen darf.

Vestas Deutschland GmbH

Otto-Hahn-Str. 2-4, 25813 Husum  
Tel: +49 4841 971 0, [vestas-centraleurope@vestas.com](mailto:vestas-centraleurope@vestas.com), [www.vestas.com](http://www.vestas.com)  
Bank: UniCredit Bank - HypoVereinsbank, München  
IBAN: DE45 7002 0270 0666 8897 54, BIC: HYVEDEMMXXX  
Commerzbank, Frankfurt, IBAN: DE96 5008 0000 0980 8140 00, BIC: DRESDEFFXXX  
Nordea Bank, Frankfurt, IBAN: DE59 5143 0300 2125 7100 01, BIC: NDEADEFXXX  
Handelsregister: Flensburg B-463, Umsatzsteueridentifikationsnummer: DE 134 657 783,  
Steueridentifikationsnummer: 27/197/00066  
Geschäftsführer: Cornells de Baar, Nils Backhaus, Firmenname: Vestas Deutschland GmbH

30. Jan. 2018 130034

### **Oktavspektrum nach IEC Ed.3 (Deklariertes max. Schalleistungspegel L<sub>WA</sub>)**

Die nachfolgend dargestellten Oktaven sind gültig in Mitwindrichtung hinter der WEA an der Referenzmessposition nach IEC 61400-11 Ed.3.

Umgebungsbedingungen entsprechen den standardisierten Anforderungen wie in der IEC 61400-11, direkt und indirekt beschrieben, d.h.

- Luftdichte 1,225 kg/m<sup>3</sup>,
- Yaw-Fehler kleiner +/- 15 Grad,
- vertikaler Einströmwinkel geringer als +/-10 Grad,
- Höhenexponent max. 0,30,
- das Rotorblatt ist sauber und nicht beschädigt.

*Tabelle: Oktavspektrum V126-3.45 MW (HTq), Mode 0*

<b>Oktav-Schalleistungspegel</b>								
L <sub>W,max</sub> , Referenzpunkt V <sub>Nabenhöhe</sub> = 10 m/s in dB								
<b>Frequenz</b>	<b>63</b>	<b>125</b>	<b>250</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>2000</b>	<b>4000</b>	<b>8000</b>
<b>L<sub>WA,max</sub></b>	83,8	90,9	97,0	99,2	99,4	95,6	88,8	70,1

**Dieses Dokument dient – wie auch die Leistungsspezifikation auch – lediglich der Information und stellt selbst keine Garantie dar. Für die Abgabe einer projektspezifischen Schalleistungsgarantie ist der Abschluss eines Liefervertrages zwingende Voraussetzung.**

#### **Hinweise:**

Es existieren neben dem hier aufgeführten Modus weitere Betriebsmodi, die evtl. nur für Märkte außerhalb Deutschlands implementiert worden sind. Für diese Modi sind keine Schallemissionsmessungen nach FGW vorgesehen.

30. Jan. 2013

130035

**Fuhrländer MD77 [Normalbetrieb] 3fach, 85/90m**
  
**Schallvermessungsdatenblatt**
  
 5.1.2017 rm

#	Berichts-Nr.	Berichts-Datum	Nabenhöhe Messbericht	Messunsicherheit $U_C$	max. $K_{TN}$	max. $L_{WA}$
1	SE02011B2	7.8.2002	85,0 m	0 dB(A)	0 dB(A)	103,3 dB(A)
2	WICO 039SE202	2.10.2002	85,0 m	0 dB(A)	1 dB(A)	103,3 dB(A)
3	KCE 27053-1.001	6.5.2003	61,5 m	0 dB(A)	2 dB(A)	102,4 dB(A)
<b>n</b> Anzahl Vermessungen						<b>3</b>

**Vermessungs- und Unsicherheitsparameter**

$L_W$	Mittelwert der Schalleistungspegel	<b>103,00 dB(A)</b>
$s$	Standardabweichung	0,52 dB(A)
$\sigma_P$	Serienstreuung ( $\sigma_P = s$ ; wenn $n < 3$ : $\sigma_P = 1,22$ dB(A))	0,52 dB(A)
$\sigma_R$	Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A))	0,50 dB(A)
$\sigma_{Prog}$	Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2	1,00 dB(A)
$\sigma_{Schirm}$	Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A))	0,00 dB(A)

**Gesamtunsicherheit und obere Vertrauensbereichsgrenze**

$\sigma_{ges}$	Gesamtunsicherheit ( $\sigma_{ges}^2 = \sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2 + \sigma_{Schirm}^2$ )	1,23 dB(A)
	Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = $1,28 \times \sigma_{ges}$ )	1,58 dB(A)
$L_o$	obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ ( $= L_W + 1,28 \times \sigma_{ges}$ )	<b>104,6 dB(A)</b>

**Tonhaltigkeit**

Maximalwert $K_{TN}$	<b>2,00 dB(A)</b>
Standardabweichung $s$	1,00 dB(A)

130036

30. Jan. 2013

D-1.2-VH.5M.04-A A

Freigabe Datum

TR

13.05.2003



Auszug aus dem Prüfbericht 27053-1.001

**Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen**

Auf der Basis von mindestens drei Messungen nach der "Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen" /1/ besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß /2/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Anlagendaten			
Hersteller	REpower Systems AG	Anlagenbezeichnung	REpower MD77
		Nennleistung	1500 kW
		Nabenhöhe	85,0 m
		Rotordurchmesser	77,0 m
	<b>1. Messung</b>	<b>2. Messung</b>	<b>3. Messung</b>
Seriennummer	70.075	70.036	70.227
Standort	Linnich bei Heinsberg	Schenkenberg 02	Lindewitt/Blye
vermessene Nabenhöhe	85 m	85 m	61,5 m
Meßinstitut	WINDTEST Grevenbroich GmbH	WIND CONSULT	KÖTTER Consulting Engineers
Prüfbericht	SE02011B2	WICO 039SE202	27053-1.001
Datum	07.08.2002	02.10.2002	06.05.2003
Getriebetyp	Eickhoff, G45260X/A CPNHZ-197	Eickhoff, G45260X/A CPNHZ-197	Eickhoff, G45260X/A CPNHZ-197
Generatortyp	Loher, JFRA-580	Loher, JFRA-580	Loher, JFRA-580
Rotorblatttyp	LM 37.3	LM 37.3	LM 37.3P

1. Messung: Schallemissionsparameter (Prüfbericht Leistungskurve: WT2126/02 vom 06.03.2002)

2. und 3. Messung: Schallemissionsparameter (Prüfbericht Leistungskurve: WT2186/02 vom 13.05.2002)

Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe	Schalleistungspegel L <sub>WA</sub> :			Mittelwert L <sub>WA</sub>	Standardabweichung s	K nach /2/ σ <sub>R</sub> = 0,5 dB
	1. Messung	2. Messung	3. Messung <sup>1)</sup>			
6 m/s	100,8 dB(A)	99,4 dB(A)	99,9 dB(A)	100,1 dB(A)	0,7 dB	1,7 dB
7 m/s	102,6 dB(A)	101,0 dB(A)	101,7 dB(A)	101,8 dB(A)	0,8 dB	1,8 dB
8 m/s	103,3 dB(A)	102,8 dB(A)	102,4 dB(A)	102,8 dB(A)	0,5 dB	1,3 dB
8,3 m/s <sup>4)</sup>	103,3 dB(A)	103,3 dB(A)	102,3 dB(A)	103,0 dB(A)	0,6 dB	1,5 dB
<b>Tonzuschlag bei vermessener Nabenhöhe K<sub>TN</sub>:</b>						
	1. Messung <sup>2)</sup>	2. Messung <sup>2)</sup>	3. Messung <sup>3)</sup>			
6 m/s	0 dB - Hz	0 dB - Hz	0 dB - Hz			
7 m/s	0 dB - Hz	0 dB - Hz	0 dB - Hz			
8 m/s	0 dB - Hz	1 dB 148 Hz	1 dB 163 Hz			
8,3 m/s <sup>4)</sup>	0 dB - Hz	1 dB 148 Hz	2 dB 164 Hz			
<b>Impulzzuschlag K<sub>IN</sub>:</b>						
	1. Messung <sup>2)</sup>	2. Messung <sup>2)</sup>	3. Messung <sup>3)</sup>			
6 m/s	0 dB	0 dB	0 dB			
7 m/s	0 dB	0 dB	0 dB			
8 m/s	0 dB	0 dB	0 dB			
8,3 m/s <sup>4)</sup>	0 dB	0 dB	0 dB			

**Terz-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt v<sub>10</sub> in dB(A) <sup>4)</sup>**

Frequenz	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
L <sub>WA</sub>	76,5	80,8	85,4	87,1	88,5	93,2	90,1	91,3	92,6	92,6	91,3	92,0
Frequenz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
L <sub>WA</sub>	91,7	91,2	90,5	89,5	88,3	87,3	86,2	84,9	82,1	80,4	78,3	72,8

**Oktav-Schalleistungspegel (Mittel aus 3 Messungen) Referenzpunkt v<sub>10</sub> in dB(A) <sup>4)</sup>**

Frequenz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L <sub>WA</sub>	87,1	95,2	96,2	96,8	95,9	93,2	89,5	82,9

Die Angaben ersetzen nicht die o.g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- Bemerkungen:
- 1) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
  - 2) Gilt für die vermessene WEA mit einer Nabenhöhe von h<sub>N</sub> = 85 m
  - 3) Gilt für die vermessene WEA mit einer Nabenhöhe von h<sub>N</sub> = 61,5 m
  - 4) Entspricht 95 % der Nennleistung

Ausgestellt durch: KÖTTER Consulting Engineers  
Bonifatiusstraße 400  
48432 Rheine



Datum: 08.05.2003

Bonifatiusstraße 400 48432 Rheine  
Tel. 0 59 71 - 97 10.0 · Fax 0 59 71 - 97 10.43

Unterschrift

30. Jan. 2013 130037

**Enercon E-92 [BM 0s] 3fach, 138m, 95% Nennleistung**
  
**Schallvermessungsdatenblatt**
  
 20.9.2017 ku

#	Berichts-Nr.	Berichts-Datum	Nabenhöhe Messbericht	Messunsicherheit $U_C$	max. $K_{TN}$	max. $L_{WA}$
1	WTG SE15013B1	22.6.2015	104,0 m	0 dB(A)	0 dB(A)	105,3 dB(A)
2	DWG MN14023.A1	7.7.2015	98,0 m	0 dB(A)	0 dB(A)	104,4 dB(A)
3	KCE 214655-01.01	28.4.2015	138,0 m	0 dB(A)	0 dB(A)	104,2 dB(A)
n Anzahl Vermessungen						3

**Vermessungs- und Unsicherheitsparameter**

$L_W$	Mittelwert der Schalleistungspegel	104,63 dB(A)
s	Standardabweichung	0,59 dB(A)
$\sigma_P$	Serienstreuung ( $\sigma_P = s$ ; wenn $n < 3$ : $\sigma_P = 1,2$ dB(A))	0,59 dB(A)
$\sigma_R$	Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A))	0,50 dB(A)
$\sigma_{Prog}$	Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2	1,00 dB(A)
$\sigma_{Schirm}$	Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A))	0,00 dB(A)

**Gesamtunsicherheit und obere Vertrauensbereichsgrenze**

$\sigma_{ges}$	Gesamtunsicherheit ( $\sigma_{ges}^2 = \sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2 + \sigma_{Schirm}^2$ )	1,26 dB(A)
	Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = $1,28 \times \sigma_{ges}$ )	1,62 dB(A)
$L_o$	obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ (= $L_W + 1,28 \times \sigma_{ges}$ )	106,2 dB(A)

**Tonhaltigkeit**

Maximalwert $K_{TN}$	0,00 dB(A)
Standardabweichung s	0,00 dB(A)

130038



**Bestimmung der Schallemissionswerte einer  
Windenergieanlage des Herstellers Enercon  
des Typs E-92 aus mehreren Einzelmessungen  
gemäß FGW TR 1  
Nabenhöhen 78, 84/85, 98, 104, 108, 138 m**

**-Betriebsmodus 0s mit 2350 kW-**

**Kurzbericht**

**2015-07-14**

**SE15013KB1**

**30. Jan. 2013**

**130039**





**Bestimmung von Schallemissionsparametern einer Windenergieanlage vom Typ REpower E-92 aus mehreren Einzelmessungen gemäß „FGW-Richtlinie, Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte“ (Rev.18)**

Auf der Basis von mindestens drei Messungen besteht nach der „Technischen Richtlinie für Windenergieanlagen“ [1] die Möglichkeit die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäß [2] anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

**Anlagendaten**

<b>WEA-Hersteller</b>	Enercon	<b>Verfügbare Nabenhöhen [m]</b>	78, 84/85, 98, 104, 108, 138
<b>WEA-Typ</b>	E-92	<b>Turmbauart</b>	konischer Beton und Stahl Rohrturm
<b>Nennleistung [kW]</b>	2350	<b>Anzahl der Rotorblätter</b>	3
<b>Leistungsregelung</b>	Pitch	<b>Rotordurchmesser [m]</b>	92,0

Angaben zur Einzelmessung	Messung 1	Messung 2	Messung 3
<b>Seriennummer</b>	920192	920340	920338
<b>Standort</b>	Windpark Ense-Ruhne	Roggenstede	Windpark Meckenbach
<b>vermess. Nabenhöhe</b>	103,9 m	98,4 m	138,4 m
<b>Messinstitut</b>	windtest grevenbroich gmbh	Deutsche Windguard	Kötter Consulting Engineers
<b>Prüfbericht</b>	SE15013B1	MN14023.A1	214655-01.01
<b>Datum</b>	2015-06-22	2015-07-07	2015-04-28
<b>Getriebetyp</b>	Entfällt	Entfällt	Entfällt
<b>Generatortyp</b>	G-92 / 23-G1	G-92 / 23-G1	G-92 / 23-G1
<b>Rotorblatttyp</b>	E92-1	E92-1	E92-1

**Schallemissionsparameter: Messwerte**

1. Messung: (Prüfbericht Leistungskurve E-92 2350 kW OM 0s: Dokument: D0351440)
2. Messung: (Prüfbericht Leistungskurve E-92 2350 kW OM 0s: Dokument: D0351439)<sup>6)</sup>
3. Messung: (Prüfbericht Leistungskurve E-92 2350 kW OM 0s: Dokument: D0351440)

**Schalleistungspegel  $L_{WA}$  [dB] für Nabenhöhe 78 m:**

Messung	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe				
	BIN 6	BIN 7	BIN 8	BIN 9	$L_{WA}$ bei 95 % $P_{Nenn}$
1 <sup>2)</sup>	103,8	104,7	105,1	105,3	105,3
2 <sup>2)</sup>	102,3	103,5	104,2	104,5	104,4
3 <sup>2)</sup>	102,8	103,8	104,3	104,1	104,2
<b>Mittelwert <math>L_{WA}</math> [dB]</b>	<b>103,0</b>	<b>104,0</b>	<b>104,5</b>	<b>104,6</b>	<b>104,7</b>
<b>Standardabweichung s [dB]</b>	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6
<b>K nach [2], <math>\sigma_R=0,5</math> dB<sup>1)</sup></b>	1,7	1,3	1,3	1,5	1,4



Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB] für Nabenhöhe 84/85 <sup>7)</sup> m:					
Messung	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe				
	BIN 6	BIN 7	BIN 8	BIN 9	$L_{WA}$ bei 95 % $P_{Nenn}$
1 <sup>2)</sup>	103,9	104,7	105,2	105,3	105,3
2 <sup>2)</sup>	102,4	103,6	104,2	104,6	104,4
3 <sup>2)</sup>	102,9	103,9	104,3	104,0	104,2
Mittelwert $L_{WA}$ [dB]	103,1	104,1	104,6	104,6	104,7
Standardabweichung $s$ [dB]	0,8	0,6	0,5	0,6	0,6
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB <sup>1)</sup>	1,7	1,5	1,4	1,6	1,4

Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB] für Nabenhöhe 98 m:					
Messung	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe				
	BIN 6	BIN 7	BIN 8	BIN 9	$L_{WA}$ bei 95 % $P_{Nenn}$
1 <sup>2)</sup>	104,0	104,8	105,2	105,3	105,3
2 <sup>2)</sup>	102,6	103,7	104,3	104,6	104,4
3 <sup>2)</sup>	103,0	104,0	104,3	104,0	104,2
Mittelwert $L_{WA}$ [dB]	103,2	104,2	104,6	104,6	104,7
Standardabweichung $s$ [dB]	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB <sup>1)</sup>	1,7	1,4	1,4	1,6	1,4

Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB] für Nabenhöhe 104 m:					
Messung	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe				
	BIN 6	BIN 7	BIN 8	BIN 9	$L_{WA}$ bei 95 % $P_{Nenn}$
1 <sup>4)</sup>	104,1	104,8	105,2	105,3	105,3
2 <sup>2)</sup>	102,7	103,7	104,3	104,6	104,4
3 <sup>2)</sup>	103,0	104,0	104,3	103,9	104,2
Mittelwert $L_{WA}$ [dB]	103,3	104,2	104,6	104,6	104,7
Standardabweichung $s$ [dB]	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6
K nach [2] $\sigma_R = 0,5$ dB <sup>1)</sup>	1,7	1,4	1,4	1,6	1,4



Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB] für Nabenhöhe 108 m:					
Messung	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe				
	BIN 6	BIN 7	BIN 8	BIN 9	$L_{WA}$ bei 95 % $P_{Nenn}$
1 <sup>2)</sup>	104,1	104,8	105,2	105,3	105,3
2 <sup>2)</sup>	102,7	103,8	104,3	104,7	104,4
3 <sup>2)</sup>	103,1	104,1	104,3	103,9	104,2
Mittelwert $L_{WA}$ [dB]	103,3	104,2	104,6	104,6	104,7
Standard- abweichung $s$ [dB]	0,7	0,6	0,5	0,7	0,6
K nach [2], $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}^{-1}$	1,7	1,4	1,4	1,6	1,4

Schalleistungspegel $L_{WA}$ [dB] für Nabenhöhe 138 m:					
Messung	Standardisierte Windgeschwindigkeit in 10m Höhe				
	BIN 6	BIN 7	BIN 8	BIN 9	$L_{WA}$ bei 95 % $P_{Nenn}$
1 <sup>2)</sup>	104,3	105,0	105,3	105,3	105,3
2 <sup>2)</sup>	103,0	103,9	104,4	104,7	104,4
3 <sup>5)</sup>	103,3	104,2	104,2	103,8	104,2
Mittelwert $L_{WA}$ [dB]	103,5	104,4	104,6	104,6	104,7
Standard- abweichung $s$ [dB]	0,7	0,5	0,6	0,7	0,6
K nach [2], $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}^{-1}$	1,6	1,4	1,4	1,7	1,4

Terz-Schalleistungspegel (Mittelwert aus Messungen) für $v_{10, L_{WA}, max}$ in dB												
Frequenz	50 Hz	63 Hz	80 Hz	100 Hz	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz
$L_{WA}$	75,64	78,97	80,92	83,27	88,99	85,87	87,21	89,26	89,86	90,33	91,63	93,07
Frequenz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
$L_{WA}$	94,07	95,27	95,72	94,69	93,95	92,61	91,11	89,28	86,79	82,67	78,02	71,34

Oktav-Schalleistungspegel (Mittelwert aus Messungen) für $v_{10, L_{WA}, max}$ in dB								
Frequenz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
$L_{WA}$	83,78	91,46	93,73	96,61	99,88	98,69	94,12	84,75

**Literatur:**

- [1] Technische Richtlinien für Windenergieanlagen, Revision 18, Stand 01.02.2008 Teil1: Bestimmung der Schallemissionswerte, Herausgeber: Fördergesellschaft Windenergie e. V., Oranienburger Straße 45, 10117 Berlin
- [2] IEC 61400-14 TS ed. 1 (2005-03): Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines

**Bemerkungen:**

Die Angaben ersetzen nicht die o. g. Prüfberichte (insbesondere bei Schallimmissionsprognosen).

- 1) Abweichend zu [2]: Nach Empfehlung des Arbeitskreises „Geräusche von Windenergieanlagen“  $\sigma_R=0,5$  dB
- 2) Schalleistungspegel bei umgerechneter Nabenhöhe
- 3) Gilt für die vermessene WEA mit einer Nabenhöhe von  $N_h = 98,4$  m
- 4) Gilt für die vermessene WEA mit einer Nabenhöhe von  $N_h = 103,9$  m
- 5) Gilt für die vermessene WEA mit einer Nabenhöhe von  $N_h = 138,4$  m
- 6) Bezeichnung der Leistungskurven ist abweichend
- 7) Die Nabenhöhen 84 m und 85 m können gemeinsam betrachtet werden, da sich keine nennenswerten Unterschiede ergeben

Ausgestellt durch: windtest grevenbroich gmbh  
Frimmersdorfer Str.73a  
D-41517 Grevenbroich

Datum: 2015-07-14

  
Dipl.-Ing. Marco Klose



**Enercon E-40/6.44 [Normalbetrieb] 3fach, 58/65/78m**  
**Schallvermessungsdatenblatt**  
6.1.2017 rm

#	Berichts-Nr.	Berichts-Datum	Nabenhöhe Messbericht	Messunsicherheit $U_c$	max. $K_{TN}$	max. $L_{WA}$
1	WICO 207SE899	27.3.2000	78,0 m	0 dB(A)	0 dB(A)	100,8 dB(A)
2	WT 1740/01	11.4.2001	78,0 m	0 dB(A)	0 dB(A)	100,8 dB(A)
3	WICO 287SEA01/01	5.12.2001	78,0 m	0 dB(A)	0 dB(A)	100,1 dB(A)
n	Anzahl Vermessungen					3

**Vermessungs- und Unsicherheitsparameter**

$L_W$	Mittelwert der Schalleistungspegel	100,57 dB(A)
s	Standardabweichung	0,40 dB(A)
$\sigma_P$	Serienstreuung ( $\sigma_P = s$ ; wenn $n < 3$ : $\sigma_P = 1,22$ dB(A))	0,40 dB(A)
$\sigma_R$	Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A))	0,50 dB(A)
$\sigma_{Prog}$	Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2	1,00 dB(A)
$\sigma_{Schirm}$	Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A))	0,00 dB(A)

**Gesamtunsicherheit und obere Vertrauensbereichsgrenze**

$\sigma_{ges}$	Gesamtunsicherheit ( $\sigma_{ges}^2 = \sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2 + \sigma_{Schirm}^2$ )	1,19 dB(A)
	Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = $1,28 \times \sigma_{ges}$ )	1,52 dB(A)
$L_o$	obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ ( $= L_W + 1,28 \times \sigma_{ges}$ )	102,1 dB(A)

**Tonhaltigkeit**

	Maximalwert $K_{TN}$	0,00 dB(A)
	Standardabweichung s	0,00 dB(A)

130044

## Bestimmung der Schallemissions-Parameter aus mehreren Einzelmessungen

Anlagendaten entsprechend Seite 1 dieses Auszugs aus dem Prüfbericht

Auf der Basis von **mindestens drei** Messungen nach dieser Richtlinie besteht die Möglichkeit, die Schallemissionswerte eines Anlagentyps gemäss /1/ anzugeben, um die schalltechnische Planungssicherheit zu erhöhen.

Schallemissions-Parameter	Wind-Geschwindigkeit in 10m Höhe	1. Messung Messinstitut: WIND-consult Prüfbericht - Nr.: 207SE899 Datum der Messung: 31.01./01.02 2000 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44	2. Messung Messinstitut: WINDTEST KWK Prüfbericht - Nr.: 1740/01 Datum der Messung: 13.12.2000 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44	3. Messung Messinstitut: WIND-consult Prüfbericht - Nr.: 287SEA01/01 Datum der Messung: 06.11.2001 Getriebe: entfällt Generator: E-40/6.44 Rotorblatt: E-40/6.44	Energetischer Mittelwert	Standard- Abweichung  S	K nach /1/  $\sigma_R = 0,5 \text{ dB}$
Schalleistungs- pegel L <sub>WAP</sub> :	6 m/s 7 m/s 8 m/s 9 m/s 10 m/s <sup>2)</sup>	98,4 dB(A) 99,4 dB(A) 100,3 dB(A) 100,7 dB(A) 100,8 dB(A)	96,8 dB(A) 98,6 dB(A) 99,9 dB(A) 100,8 dB(A) <sup>1)</sup> 100,8 dB(A)	96,9 dB(A) 98,5 dB(A) 99,6 dB(A) 100,1 dB(A) <sup>1)</sup> 100,1 dB(A)	97,4 dB(A) 98,9 dB(A) 99,9 dB(A) 100,5 dB(A) 100,6 dB(A)	0,9 dB(A) 0,5 dB(A) 0,4 dB(A) 0,4 dB(A) 0,4 dB(A)	1,9 dB(A) 1,3 dB(A) 1,2 dB(A) 1,2 dB(A) 1,2 dB(A)
Tonzuschlag KTN :	6 m/s 7 m/s 8 m/s 9 m/s 10 m/s <sup>2)</sup>	0 dB (- Hz) 2 dB (304 Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) <sup>3)</sup> 0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) <sup>3)</sup> 0 dB (- Hz)	0 dB (- Hz) 1 dB (304 Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz) 0 dB (- Hz)	- - - - -	- - - - -
Impulszuschlag KIN :	6 m/s 7 m/s 8 m/s 9 m/s 10 m/s <sup>2)</sup>	0 dB 0 dB 0 dB 0 dB 0 dB	0 dB 0 dB 0 dB 0 dB <sup>3)</sup> 0 dB	0 dB 0 dB 0 dB 0 dB <sup>3)</sup> 0 dB	0 dB(A) 0 dB(A) 0 dB(A) 0 dB(A) 0 dB(A)	- - - - -	- - - - -

Die Angaben ersetzen nicht den o. g. Prüfbericht (insbesondere bei Schallemissionsprognosen).

Bemerkungen: 1) Der angegebene Schalleistungspegel entspricht dem Schalleistungspegel bei 95% der Nennleistung. Bei der 2. und 3. Messung wurden 95% der Nennleistung bei einer Windgeschwindigkeit von  $v_{10} = 8,9 \text{ m/s}$  in 10 m ü.G. erreicht, während bei der 1. Messung 95% der Nennleistung bei  $v_{10} = 10 \text{ m/s}$  in 10 m ü.G. erreicht wurden. Es wurde der maximal im jeweils zu vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich auftretende Schalleistungspegel verwendet.

2) Die angegebenen Werte entsprechen den Werten bei 95% der Nennleistung.

3) Es wurden die maximal im jeweils zu vermessenen Windgeschwindigkeitsbereich auftretenden Emissionsparameter verwendet.

Ausgestellt durch: WIND-consult GmbH  
Reuterstraße 9  
D-18211 Bargeshagen



Datum: 05.12.2001

  
 Unterschrift  
 Dipl.-Ing. R. Haevernick

  
 Unterschrift  
 Dipl.-Ing. W. Wilke

/1/ CENELEC / BTTF83-2-WG4, 5 Draft Declaration of Sound Power Level and Tonality Values of Wind Turbines 1999-11\*.

30. Jan. 2013

130045

**DeWind D4/48 [Standard] 1fach, 70m**  
**Schallvermessungsdatenblatt**  
 20.9.2017 ku



#	Berichts-Nr.	Berichts-Datum	Nabenhöhe Messbericht	Messunsicherheit $U_C$	max. $K_{TN}$	max. $L_{WA}$
1	RWTÜV 0405/00908/1999 WKA 3	8.2.2000	70,0 m	2 dB(A)	0 dB(A)	99,8 dB(A)
<b>n Anzahl Vermessungen</b>						
						1

**Vermessungs- und Unsicherheitsparameter**

$L_W$	Mittelwert der Schalleistungspegel	99,80 dB(A)
$s$	Standardabweichung	-
$\sigma_P$	Serienstreuung ( $\sigma_P = s$ ; wenn $n < 3$ : $\sigma_P = 1,22$ dB(A))	1,22 dB(A)
$\sigma_R$	Vergleichsstandardabweichung (bei Vermessungen: 0,5 dB(A), ohne Vermessung: 3,0 dB(A))	0,50 dB(A)
$\sigma_{Prog}$	Genauigkeit des Prognosemodells nach Tab. 5 DIN ISO 9613-2	1,00 dB(A)
$\sigma_{Schirm}$	Unsicherheit des Abschirmmaßes (1,5 dB(A), bei Berechnung ohne Abschirmeffekt: 0,0 dB(A))	0,00 dB(A)

**Gesamtunsicherheit und obere Vertrauensbereichsgrenze**

$\sigma_{ges}$	Gesamtunsicherheit ( $\sigma_{ges}^2 = \sigma_P^2 + \sigma_R^2 + \sigma_{Prog}^2 + \sigma_{Schirm}^2$ )	1,65 dB(A)
	Zuschlag (90% oberer Vertrauensbereich = $1,28 \times \sigma_{ges}$ )	2,12 dB(A)
$L_o$	obere Vertrauensbereichsgrenze, Emissionspegel Einzelanlage $L_{WA90}$ ( $= L_W + 1,28 \times \sigma_{ges}$ )	101,9 dB(A)

**Tonhaltigkeit**

Maximalwert $K_{TN}$	0,00 dB(A)
Standardabweichung $s$	0,00 dB(A)

130046

Anhang 15-1-3008-004-NU



45/52  
RWTUV  
Anlagentechnik GmbH

Ein Unternehmen der  
TÜV Mitte Gruppe

Langemarkstraße 20  
D-45141 Essen  
Postfach 10 32 61  
D-45032 Essen  
Telefon (02 01) 8 25-0  
Telefax (02 01) 8 25-33 71

Sitz: Essen  
AG Essen, HRB 9976  
Aufsichtsratsvorsitzender:  
Raimund Ulrich

Geschäftsführung:  
Udo Haß (Sprecher),  
Knuter Fodison, Hainer Wietgütz

G.-Nr. 0405/00908/1999  
A.-Nr. 30373236  
Datum 08.02.2001  
Zeichen Spc

### Bericht

#### Geräuschemissionen der Windkraftanlagen DeWind D4 / 70 In 06749 Bitterfeld

Sparte Bau- und Betriebstechnik  
Zentralabteilung Lärm-  
und Erschütterungsschutz

**Auftraggeber** DeWind Technik GmbH  
Seelandstraße 1  
23569 Lübeck

**Betreff** Immissionschutz - Lärm

**Umfang** 14 Seiten

**Gutachter** Dipl.-Phys.Ing. Georg Spellerberg

30. Jan. 2013

130047

Anhang 15-1-3008-004-NU  
Gutachten 0405/00908/1999 vom 08.02.2000  
DeWind D4 / 70 in Bitterfeld



46/52

Seite 2

Inhalt	Seite
1 ..... Allgemeines .....	3
2 ..... Meß- und Beurteilungsgrundlagen .....	3
3 ..... Geräuschemessungen.....	4
3.1 ..Randbedingungen .....	4
3.2 ..Ergebnisse der Messungen.....	6
4 ..... Richtcharakteristik.....	7
5 ..... Tonhaltigkeit .....	8
6 ..... Impulshaltigkeit .....	8

130048

30. Jan. 2013

Anhang 15-1-3008-004-NU  
Gutachten 0405/00903/1999 vom 08.02.2000  
DeWind D4 / 70 in Bitterfeld

**RWTUV**

47/52

Seite 3

## 1 Allgemeines

Die Firma DeWind hat im sächsischen Bitterfeld vier Windkraftanlagen vom Typ D 4 / 70 errichtet und in Betrieb genommen.

Aufgabe dieser Untersuchung ist es, die Geräuschemissionen der Anlage zu ermitteln.

Den Standort der Anlagen zeigt Bild 1 im Anhang.

## 2 Meß- und Beurteilungsgrundlagen

- [1] Technische Richtlinien zur Bestimmung der Leistungskurve, der Schallemissionswerte und elektrischen Eigenschaften von Windenergieanlagen, Stand 01.10.1998. FGW Fördergesellschaft Windenergie e.V.
- [2] DIN IEC 68/48/CDV, Entwurf März 1996  
Windenergieanlagen Teil 10: Schal(messverfahren
- [3] ISO 9613-2, Entwurf September 1997  
Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien  
Teil 2: Allgemeine Berechnungsverfahren
- [4] VDI 2714, Ausgabe Januar 1988  
Schallausbreitung im Freien
- [5] VDI 2720, Blatt 1, März 1997  
Schallschutz durch Abschirmung im Freien
- [6] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz  
Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)  
vom 26.08.98 (Gemeinsames Ministerialblatt 1998, Nr. 26, Seite 503 ff)  
in Kraft getreten am 01.11.1998

130049

30. Jan. 2013

Anhang 15-1-3008-004-NU  
 Gelächten 0405/00908/1999 vom 08.02.2000  
 DeWind D4 / 70 in Bitterfeld

**RWTÜV**

48/52

Seite 4

### 3 Geräuschmessungen

#### 3.1 Randbedingungen

- Datum und Zeit der Messungen:** 19.01.2000  
 zwischen 11.00 Uhr und 17.00 Uhr
- Meteorologische Verhältnisse:** trocken, nahezu wolkenlos, Windgeschwindigkeiten 5 – 11 m/s Lufttemperatur ca. 0°C
- Verwendete Messgeräte:** Schallpegelmesser, geeicht, Typ 110  
 Norsonic
- FFT-Analysator, Typ 2143,  
 Brüel & Kjær
- Akustischer Kalibrator, Typ 4230  
 Brüel & Kjær
- Messpunkte**
- MP 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 Referenzmesspunkte, Abstand zum Fußpunkt gemäß (2):  $R_0 = H + D/2 = 9,1$  m
- MP 1.2, 2.2, 3.2, 4.2  
 MP 1.3, 2.3, 3.3, 4.3  
 MP 1.4, 2.4, 3.4, 4.4, zusätzliche Messpunkte zur Überprüfung der Richtcharakteristik
- Mikrofonanordnung:** Am Boden auf schallharter Holzplatte gemäß Bildern 1 und 2 in (2). Sekundärer Windschirm aus 1 cm dickem Filtervlies. Akustische Eigenschaften des 2. Schirms siehe Bild 2 im Anhang
- Mobile Windmessenrichtung:** Sensoren für Geschwindigkeit und Richtung Fabrikat Thies, auf 10 m Teleskopmast Auswerteeinheit mit Speicher und Anzeigedisplay, Fabrikat Hentschel, Typ 764.1
- Betriebszustand:** a) Automatikbetrieb der Windkraftanlagen  
 b) Stillstand der Windkraftanlagen zur Bestimmung des Fremdgeräuschpegels

130050

30 Jan 2000

Anhang 15-1-3008-004-NU  
Gutachten 0405/00908/1999 vom 08.02.2000  
DeWind D4 / 70 in Bitterfeld

**RWTÜV**

49/52

Seite 5

Der Messaufbau wurde vor Beginn der Messungen kalibriert. Nach Abschluss der Messungen wurde die Kalibrierung überprüft, dabei ergab sich keine Abweichung.

Die akustische Transparenz des sekundären Windschirms wurde messtechnisch untersucht. Dazu wurde die Mikrofonanordnung im Hallraum des RWTÜV mit und ohne sekundären Windschirm aufgestellt. Die Beschallung erfolgte mit einer Referenzschallquelle der Firma Brüel & Kjær, Typ 4204. Im interessierenden Frequenzbereich bis etwa 4000 Hz liegen die Pegelminderungen durch den sekundären Windschirm unter 0,5 dB und sind damit vernachlässigbar gering. Oberhalb 4000 Hz wurden Pegelminderungen bis zu 0,5 dB ermittelt, die aber für die Beurteilung der Geräusche von WEA ohne Bedeutung sind.

Die Messungen erfolgten in Anlehnung an die FGW-Richtlinie [1] in Verbindung mit der DIN IEC 88/47/CDV [2]. Der zeitliche Verlauf des Schalldruckpegels wurde mit einem Pegelschreiber registriert. Gleichzeitig wurden die in Nabenhöhe und am Mikrofonstandort gemessenen Windgeschwindigkeiten stichprobenartig in 10 Sekunden-Intervallen erfasst und synchron zum Schallpegelverlauf registriert. Gleiches gilt auch für die elektrische Leistung, deren Momentanwerte vom Display des Anlagenrechners abgelesen wurden.

An den Messstellen MP x.2, MP x.3 und MP x.4 wurden jeweils orientierende Messungen zur Erfassung der Richtcharakteristik der Anlage durchgeführt. An diesen Zusatzpunkten wurde allerdings nur im Bereich der Nennleistung gemessen.

Die Fremdgeräusche wurden bei stillgesetzter Anlage gemessen, wobei von der Windgeschwindigkeit an der Messstelle auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe geschlossen wurde.

Bei Fremdgeräuscheinflüssen, die nicht auf den Wind zurück zu führen waren, z.B. durch Flugzeuge oder Fahrzeuge auf den benachbarten Straßen wurden die Messungen unterbrochen.

An allen Messstellen wurden die A-bewerteten Schalldruckpegel gemessen. Zusätzlich wurde an den Referenzmessstellen auch die Frequenzzusammensetzung der Anlagengeräusche in Terzhandbreite bestimmt.

30. Jan. 2013

130051

Anhang 15-1-3008-004-NU  
 Gutachten 0405/00908/1999 vom 08.02.2000  
 DeWind D4 / 70 in Bitterfeld

**RWTÜV**

50/52

Seite 6

### 3.2 Ergebnisse der Messungen

Der Referenzmesspunkt ist in der Projektion jeweils 94 m vom Fußpunkt der Anlage entfernt. Der Höhenunterschied zwischen Mikrofon und Rotormittelpunkt betrug ca. 70 m. Daraus errechnet sich ein Messabstand  $R_1$  (vergl. Bild 4a der Norm [2]) von 117 m.

Die folgenden Aufstellungen zeigen die aus den gemessenen, hintergrundkorrigierten Schalldruckpegeln ermittelten Schalleistungspegel der einzelnen Anlagen in den einzelnen Windgeschwindigkeitsklassen. Die Bilder 3 und 4 im Anhang zeigten beispielhaft die gemessenen Schalldruckpegel der Anlagen 1 und 2, Bild 5 die ermittelten Fremdgeräuschpegel beispielhaft für die Anlage WKA 1. Die Frequenzzusammensetzung der Geräuschemissionen der Anlage WKA 1 zeigt Bild 6 in Anhang.

#### WKA Bitterfeld 1:

$v_{10m}$ m/s	$L_{eq}$ dB(A)	$L_n$ dB(A)	$L_{WA}$ dB(A)
6	50,9	44,9	96,0
7	51,6	45,2	96,8
8	52,3	45,6	97,6
9	53,0	45,9	98,4
10	53,7	46,2	99,2

Dabei bedeuten:

- $v_{10m}$  Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe
- $L_{eq}$  Äquivalenter Dauerschallpegel der WKA plus Hindergrundgeräusch
- $L_n$  Hintergrundgeräusch
- $L_{WA}$  Immissionsrelevanter Schalleistungspegel

#### WKA Bitterfeld 2:

$v_{10m}$ m/s	$L_{eq}$ dB(A)	$L_n$ dB(A)	$L_{WA}$ dB(A)
6	51,1	45,0	96,2
7	51,8	45,3	97,0
8	52,5	45,7	97,8
9	53,2	46,0	98,6
10	53,9	46,3	99,4

130052

30. Jan. 2013

Anhang 15-1-3008-004-NU  
 Gutachten 0405/00908/1999 vom 08.02.2000  
 DeWind D4 / 70 in Bitterfeld



51/52

Seite 7

#### WKA Bitterfeld 3:

$v_{10m}$ m/s	$L_{10m}$ dB(A)	$L_n$ dB(A)	$L_{WA}$ dB(A)
6	50,9	45,0	95,9
7	51,7	45,3	96,9
8	52,5	45,7	97,9
9	53,4	46,0	98,8
10	54,2	46,3	99,8

#### WKA Bitterfeld 4:

$v_{10m}$ m/s	$L_{10m}$ dB(A)	$L_n$ dB(A)	$L_{WA}$ dB(A)
6	50,7	45,0	95,7
7	51,5	45,3	96,7
8	52,4	45,7	97,7
9	53,2	46,0	98,6
10	54,0	46,3	99,5

#### 4 Richtcharakteristik

Die orientierenden Messungen an den Zusatzmesspunkten ergaben im Bereich der maximalen Leistung der Anlagen überall niedrigere Pegel als an der Referenzmessstelle. Damit erübrigt sich im vorliegenden Fall die Bestimmung der Richtcharakteristik gemäß Abschnitt 5.5 der Norm. Für die Beurteilung der Anlagengeräusche wird ohnehin der für die Mitwindrichtung geltende immissionsrelevante Schalleistungspegel verwendet.

130053

30. Jan. 2013

Anhang 15-1-3008-004-NU  
Gutachten 0405/00908/1999 vom 08.02.2000  
DeWind D4 / 70 in Bitterfeld

**RWTÜV**

52/52

Seite 8

## 5 Tonhaltigkeit

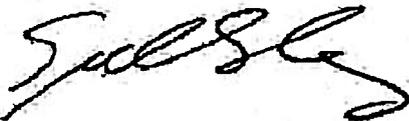
Die Geräuschemissionen der Anlagen WKA 1 .. WKA 3 waren nicht tonhaltig.

Bei der Anlage WKA 4 wurde im Nahbereich eine schwache Tonhaltigkeit festgestellt, die jedoch in größeren Abständen ab etwa 180 m nicht mehr auffällig war. Daher ist u.E. ein Tonzuschlag nicht erforderlich.

## 6 Impulshaltigkeit

Der Schalldruckpegel der Anlagengeräusche war relativ gleichbleibend mit einer schwachen Dynamik von 2 bis 3 dB. Impulshaltige Geräusche wurden nicht festgestellt,

Für den Inhalt



Dipl.-Phys.Ing. Georg Spellerberg

130054

30. Jan. 2013

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Beliehene gemäß § 8 Absatz 1 AkkStelleG i.V.m. § 1 Absatz 1 AkkStelleGBV  
Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen  
von EA, ILAC und IAF zur gegenseitigen Anerkennung

# Akkreditierung



Die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH bestätigt hiermit, dass das Prüflaboratorium

**CUBE Engineering GmbH**

mit den Standorten

**Breitscheidstraße 6, 34119 Kassel**

**Andreaestraße 3, 30159 Hannover**

die Kompetenz nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 besitzt, Prüfungen in folgenden Bereichen durchzuführen:

**Bestimmung von Windpotenzial und Energieerträgen von Windenergieanlagen (WEA) einschließlich Prüfung windklimatologischer Eingangsdaten; Bestimmung des 60 % Referenzertrag-Nachweises; Bestimmung der Standortgüte; Durchführung und Auswertung von Windmessungen zur Bestimmung des Windpotenzials; Erstellung von Schallimmissionsprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Schattenwurfprognosen für Windenergieanlagen; Erstellung von Gutachten zur natürlichen Umgebungsturbulenz von Windenergieanlagenstandorten auf der Grundlage der Berechnung von Turbulenzintensitäten**

Die Akkreditierungsurkunde gilt nur in Verbindung mit dem Bescheid vom 02.08.2017 mit der Akkreditierungsnummer D-PL-11038-01 und ist gültig bis 01.11.2020. Sie besteht aus diesem Deckblatt, der Rückseite des Deckblatts und der folgenden Anlage mit insgesamt 3 Seiten.

Registrierungsnummer der Urkunde: D-PL-11038-01-00

*in Vertretung Halberner*

Berlin, 02.08.2017

Im Auftrag Dr. Heike Manke  
Abteilungsleiterin

# Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

Standort Berlin  
Spittelmarkt 10  
10117 Berlin

Standort Frankfurt am Main  
Europa-Allee 52  
60327 Frankfurt am Main

Standort Braunschweig  
Bundesallee 100  
38116 Braunschweig

Die auszugsweise Veröffentlichung der Akkreditierungsurkunde bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung der Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS). Ausgenommen davon ist die separate Weiterverbreitung des Deckblattes durch die umseitig genannte Konformitätsbewertungsstelle in unveränderter Form.

Es darf nicht der Anschein erweckt werden, dass sich die Akkreditierung auch auf Bereiche erstreckt, die über den durch die DAkkS bestätigten Akkreditierungsbereich hinausgehen.

Die Akkreditierung erfolgte gemäß des Gesetzes über die Akkreditierungsstelle (AkkStelleG) vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2625) sowie der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. Juli 2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (Abl. L 218 vom 9. Juli 2008, S. 30). Die DAkkS ist Unterzeichnerin der Multilateralen Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung der European co-operation for Accreditation (EA), des International Accreditation Forum (IAF) und der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Die Unterzeichner dieser Abkommen erkennen ihre Akkreditierungen gegenseitig an.

Der aktuelle Stand der Mitgliedschaft kann folgenden Webseiten entnommen werden:

EA: [www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)

ILAC: [www.ilac.org](http://www.ilac.org)

IAF: [www.iaf.nu](http://www.iaf.nu)

130056

30. Jan. 2013